



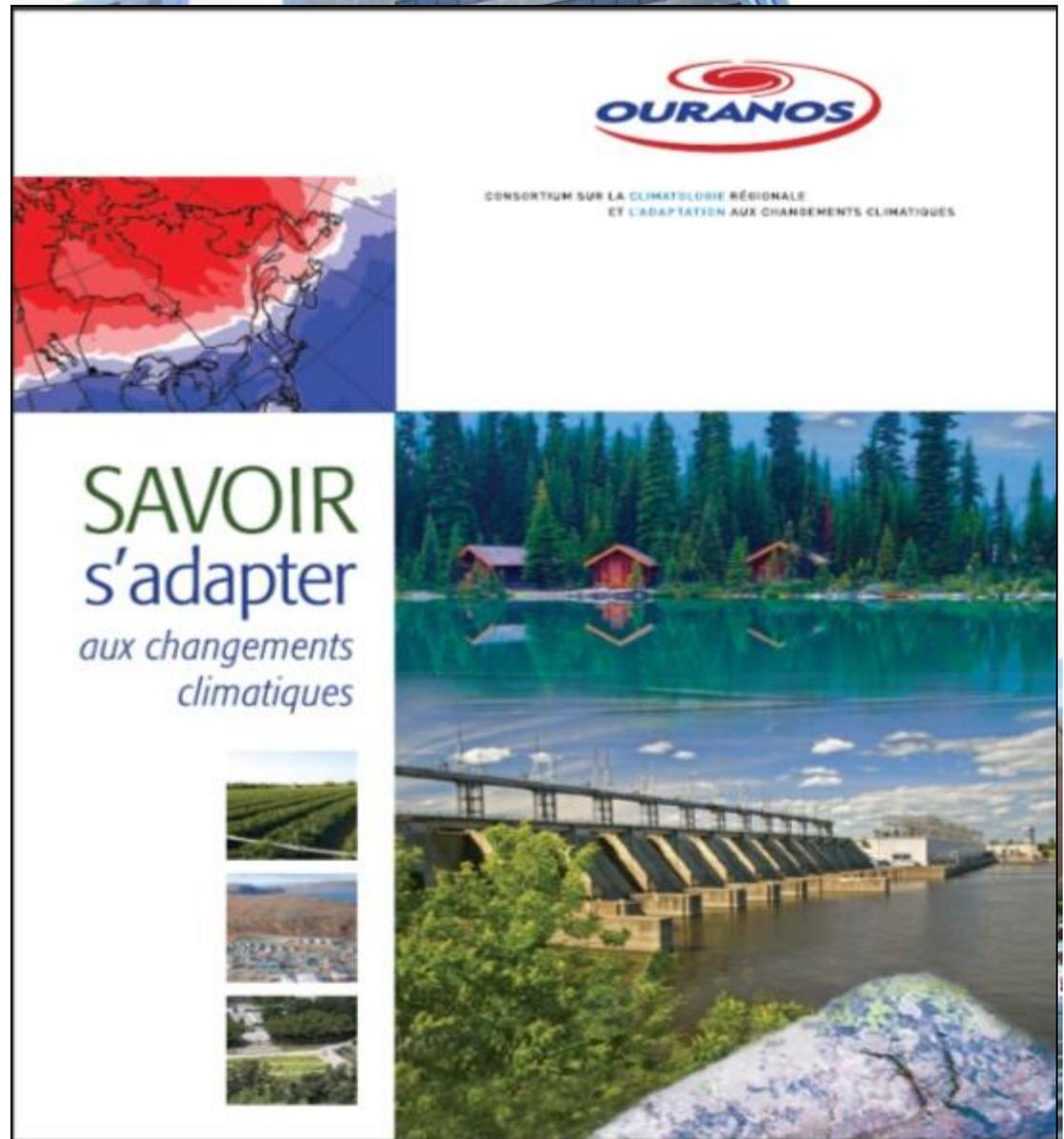
Les changements climatiques et les impacts potentiels sur la santé humaine au Québec

Forum en Sécurité civile –
Santé et Services sociaux

Alain Bourque
Directeur Impacts et Adaptation
www.ouranos.ca

www.ouranos.ca

- Développement/coordination de la R&D interdisciplinaire appliquée en CC pertinente aux décideurs du Québec
- ≈ 70 scientifiques/experts du climat à l'adaptation réunis
≈ 400+ spécialistes en réseau
≈ 100+ organisations impliquées
- Ordinateurs SGI et 3 CRAY SX-6 pour simuler les climats régionaux
- Budget annuel de base: 4M\$/an
Divers cofinancements afin de répondre aux besoins spécifiques
- Mission: Fournir aux décideurs:
 - Scénarios climatiques aux échelles régionales
 - Évaluation de risques liés aux CC en support aux décisions d'adaptation
- Nov 2012: 5e Symposium Ouranos
Montréal, 3 jours, 100 présentations





Tyndall Arrhénius

Vapeur d'eau,
CO₂, ozone,
méthane,
CFC, HFC, SF6

MARS
Effet de serre
Avec:
(Sans):



-55 °C
(-56 °C)

TERRE

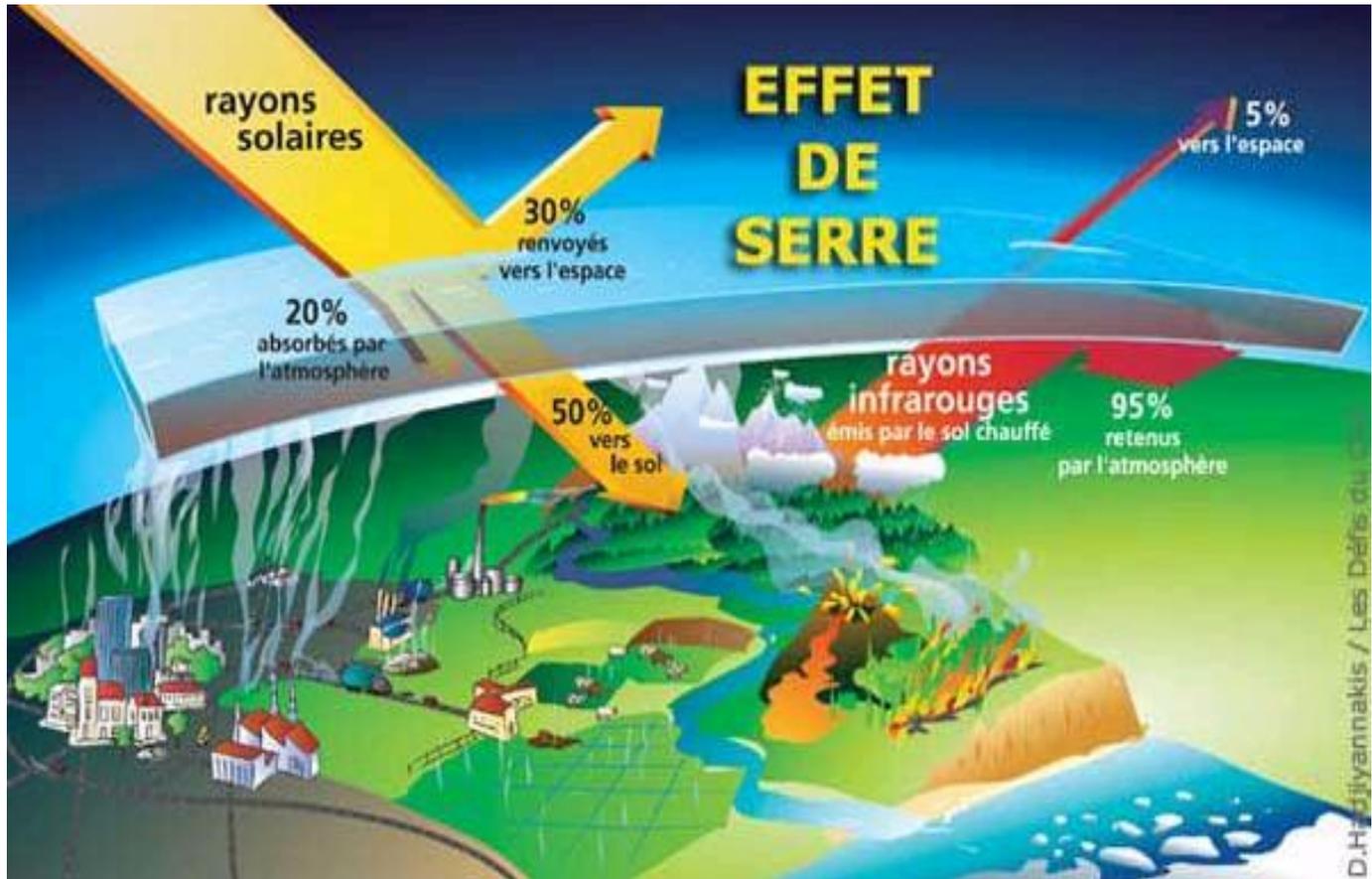


~~14 °C
(18 °C)~~

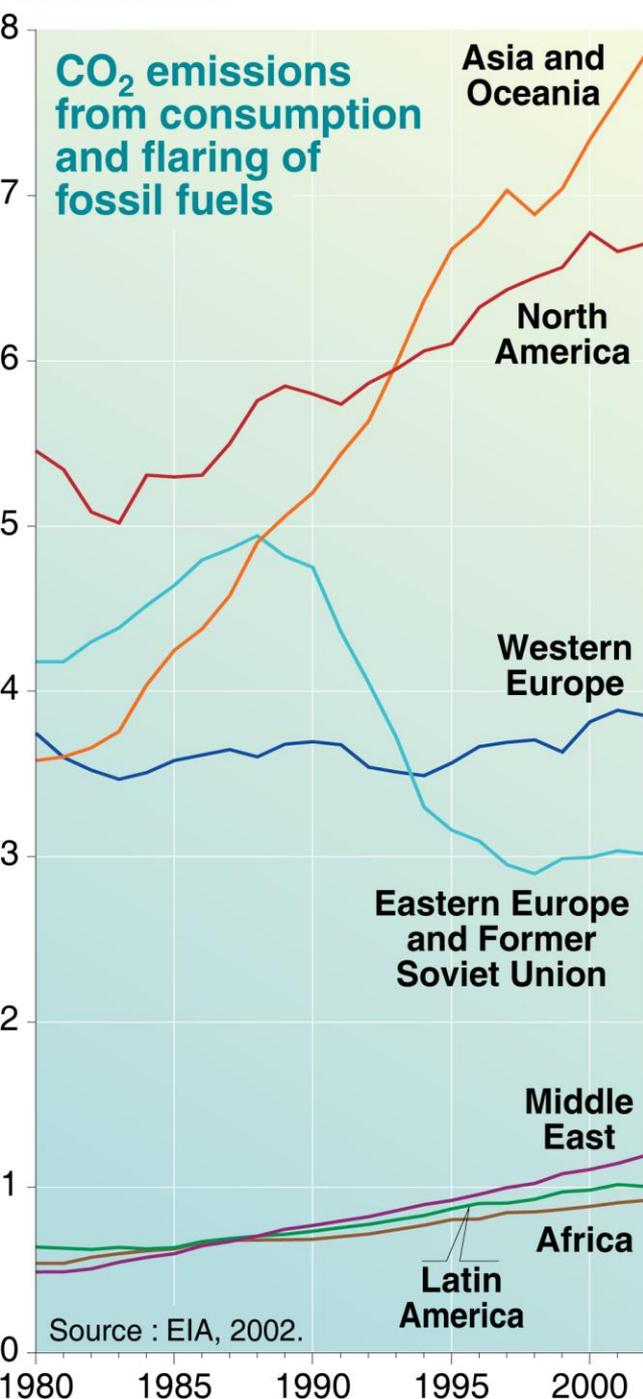
VÉNUS



457 °C
(-21 °C)



Billion tonnes



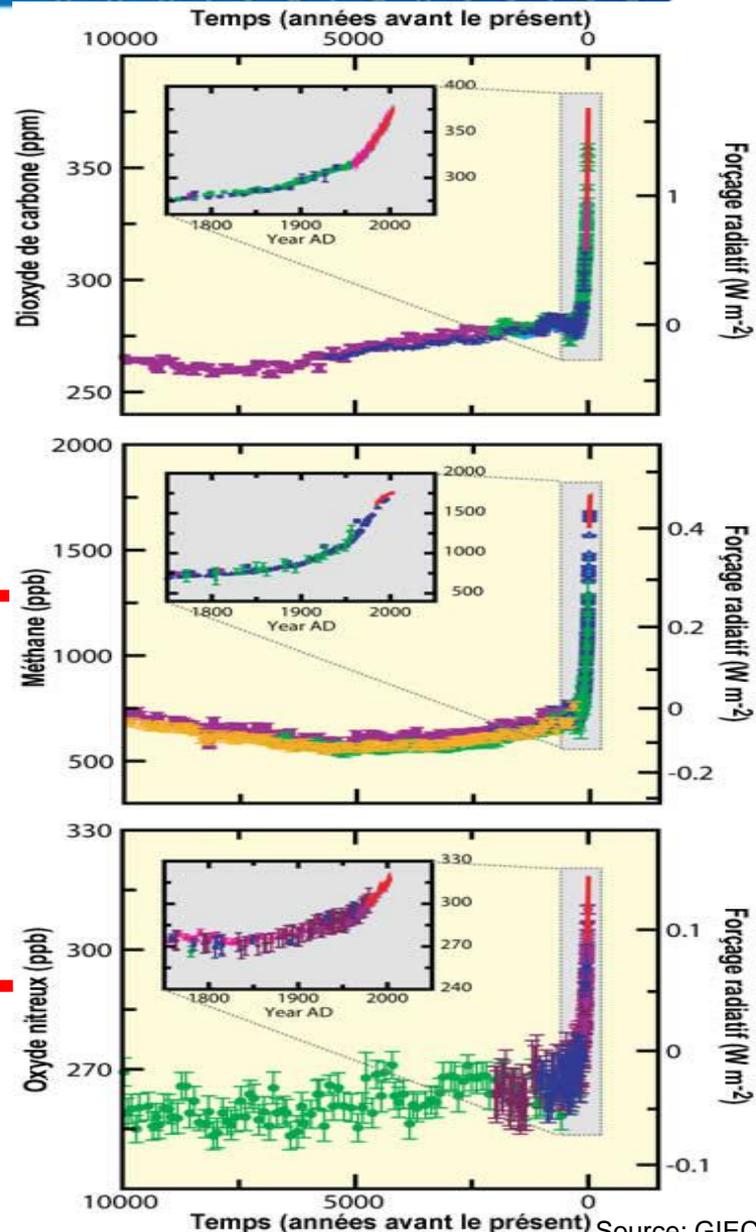
Force soutenue des GES et des températures

www.meteoros.ca

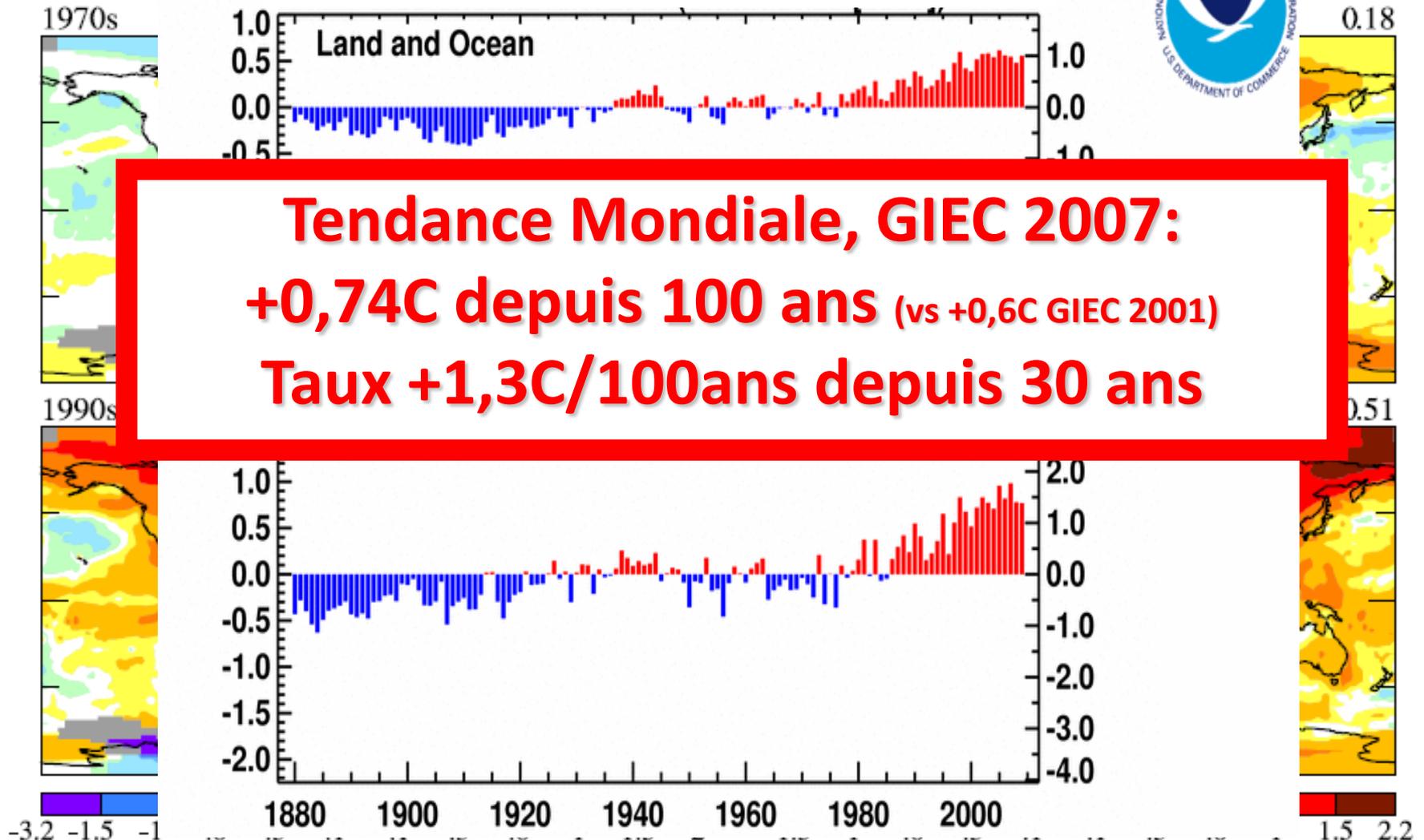
CO₂: 387ppm
 D=50-200 ans
 EquiCO₂= 1
 Augmentation **38%**

CH₄: 1797ppb
 D=10-15 ans
 EquiCO₂= 21
 Augmentation **156%**

N₂O: 322ppb
 D=120 ans
 EquiCO₂= 310
 Augmentation **19%**



Temp. à la surface du globe

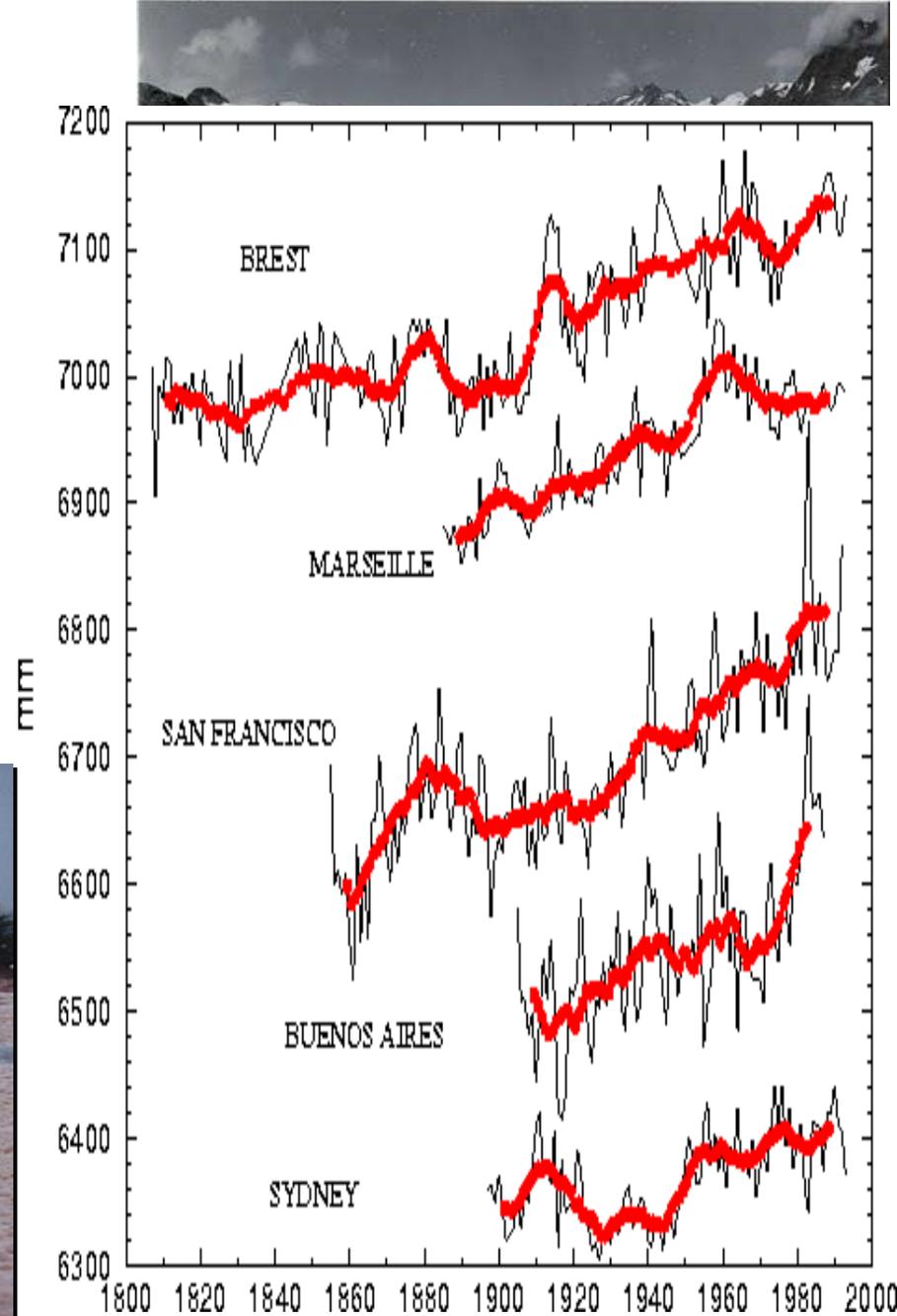


Tendance Mondiale, GIEC 2007:
+0,74C depuis 100 ans (vs +0,6C GIEC 2001)
Taux +1,3C/100ans depuis 30 ans

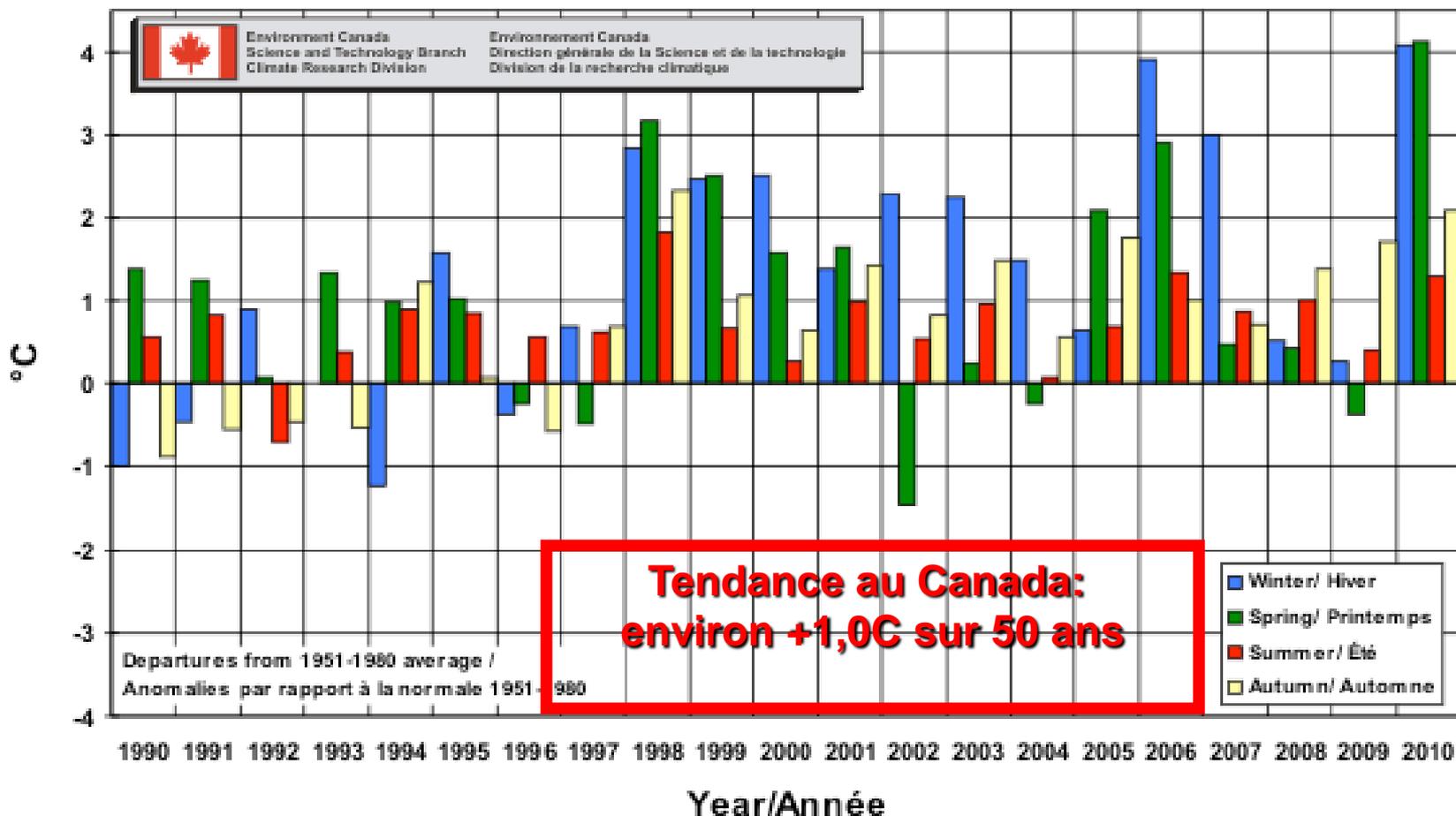
Fonte des glaciers



Hausse du niveau des mers



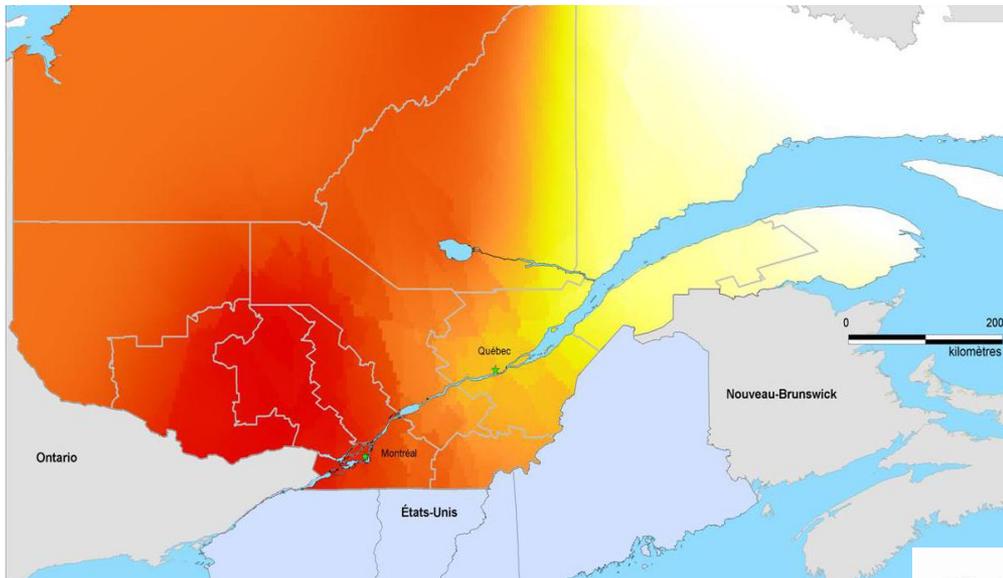
Anomalies de la température nationale (saisons consécutives) 1990 - 2010



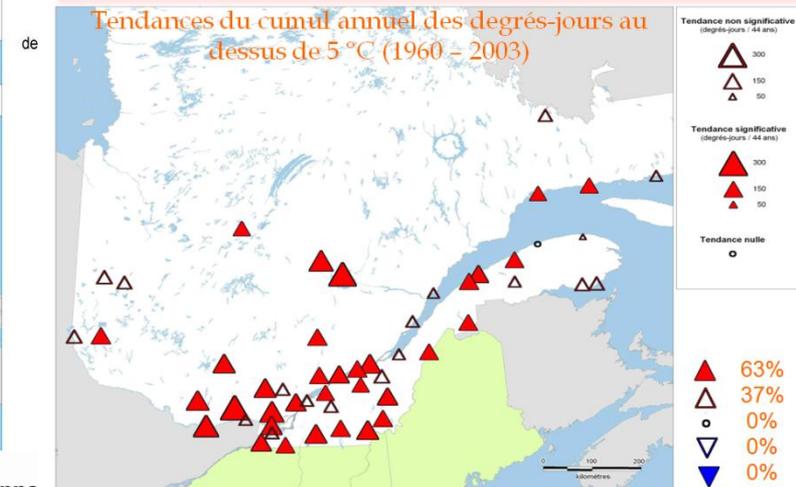
Quelques tendances liées à la température depuis 1960:

- Hausse surtout en été et hiver, plus variable sinon
- Hausse plus marquée sur les Tmin que les Tmax
- Hiver nettement moins froid avec plus de gel/dégel
- Clairement moins d'extrêmes de froid, plus de chaud
- Saison chaude de même durée mais plus chaude
- Hausse plus importante/soudaine au Nord

**Tendance au Québec:
Environ +1,0C sur 50 ans
Plus de +2,0C au Nord**



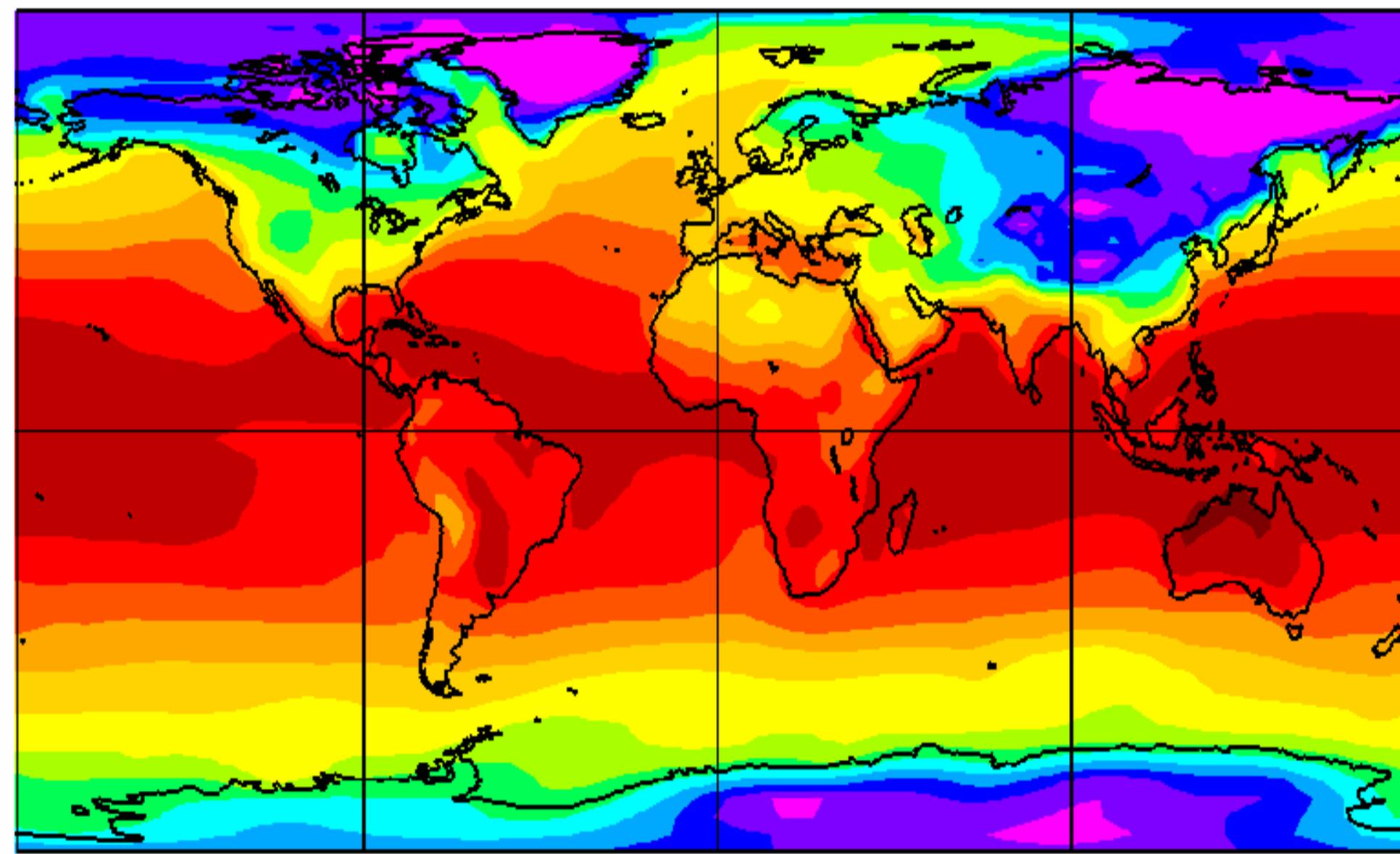
Yagouti et al. (2006)



Développe
Environnement
et Parcs

CCCma Present Day Climatological Surface Temperature for Jan 1
Simulated by CGCM1 (<http://www.cccma.bc.ec.gc.ca>)

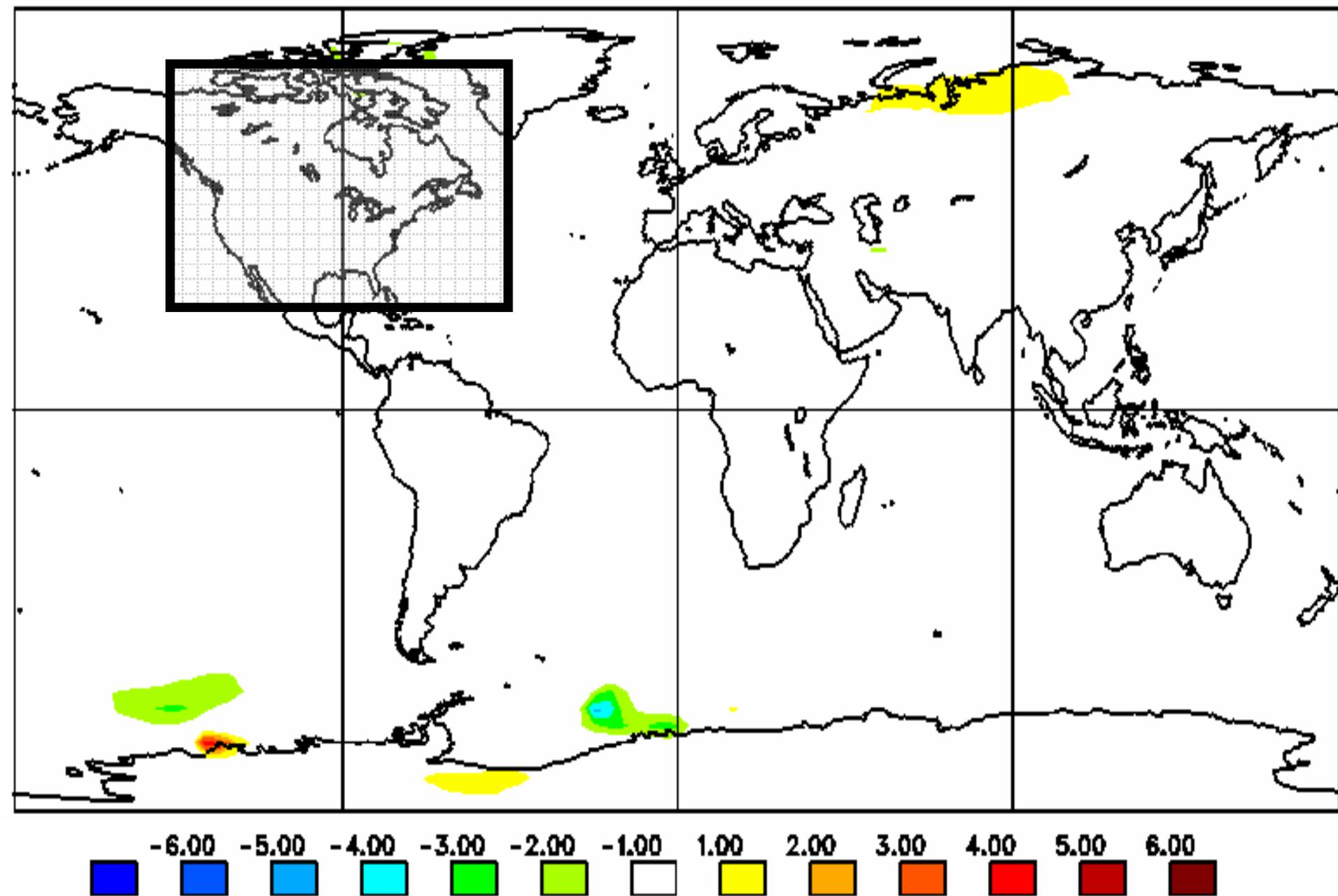
Les simulateurs



CCCma Surface Temperature Change Projection for 1990

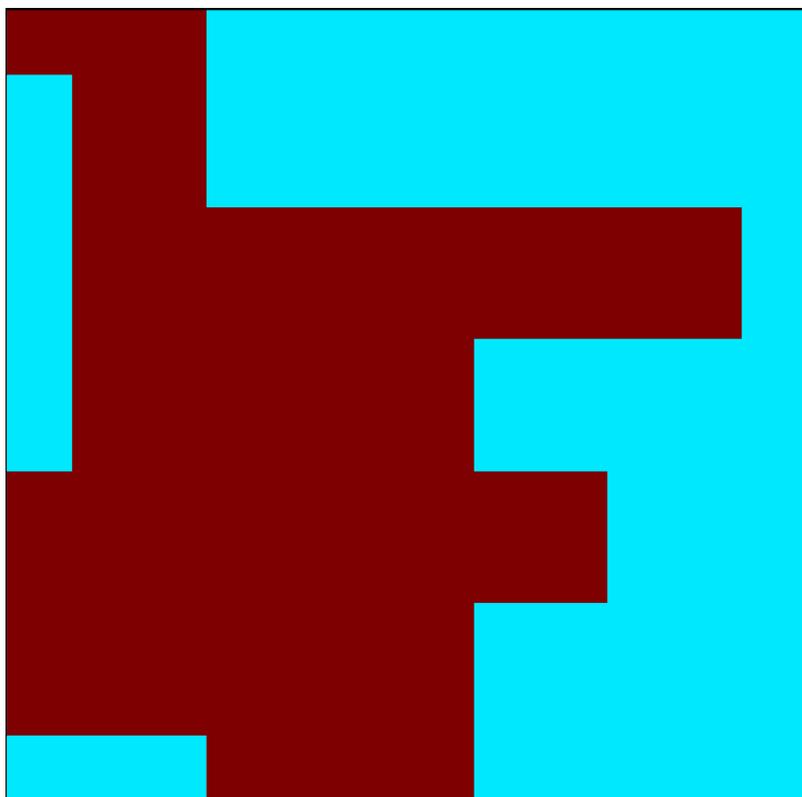
Simulated by CGCM1 (<http://www.cccma.bc.ec.gc.ca>)

Les changements

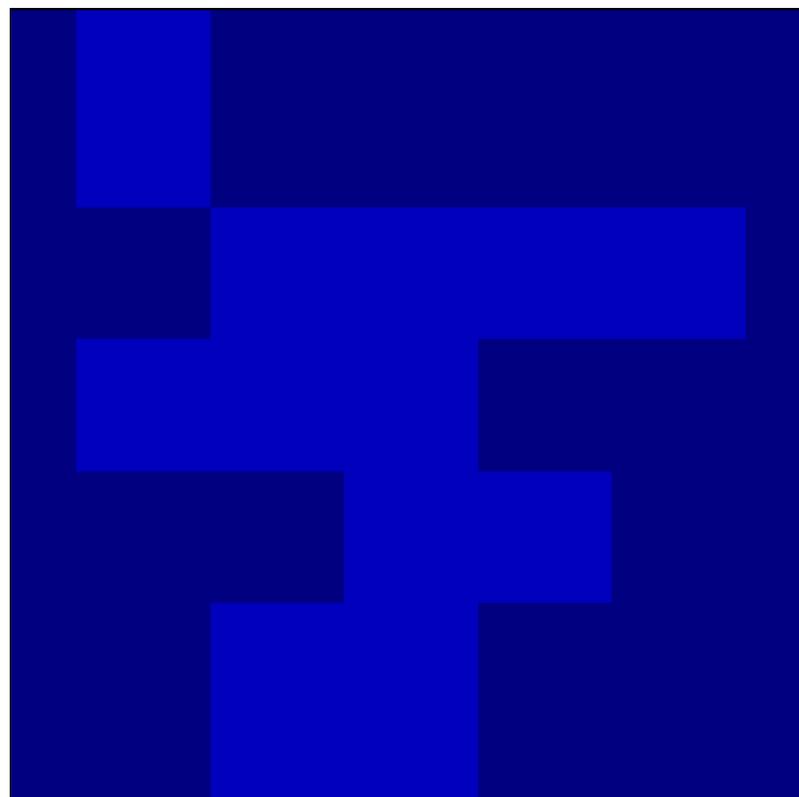


NE de l'Amérique du Nord selon le Modèle Circulation Générale
(résultats de MCG disponible d'Environnement Canada et quelques autres)

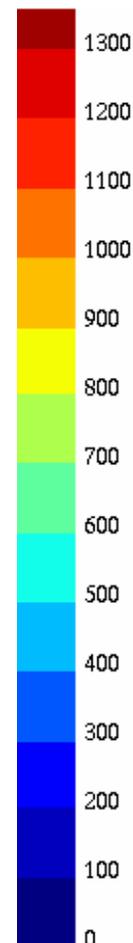
Résolution spatiale: 400 km



Contour Terre-Mer

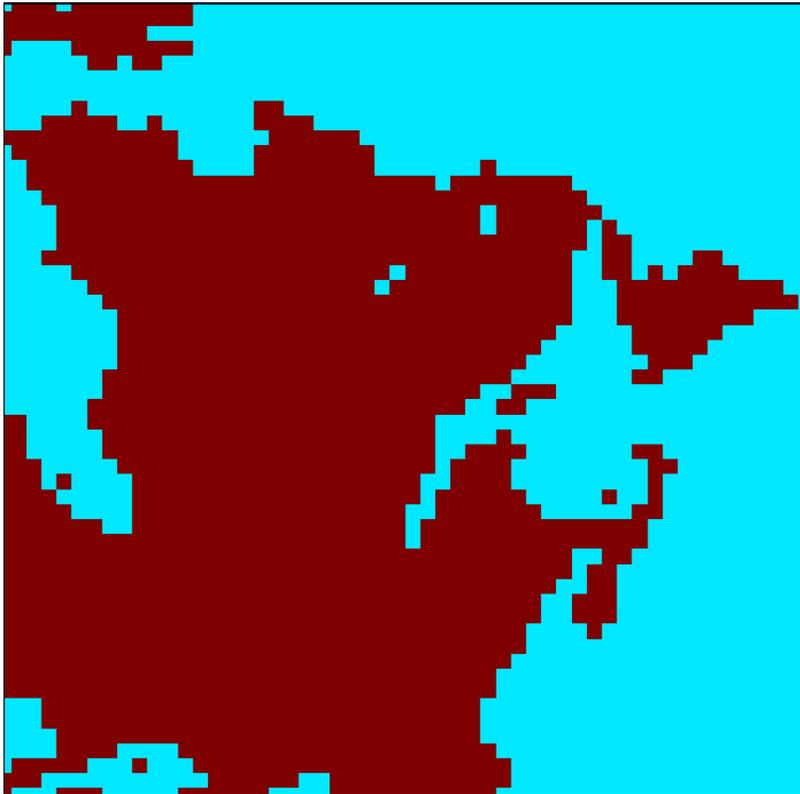


Altitude

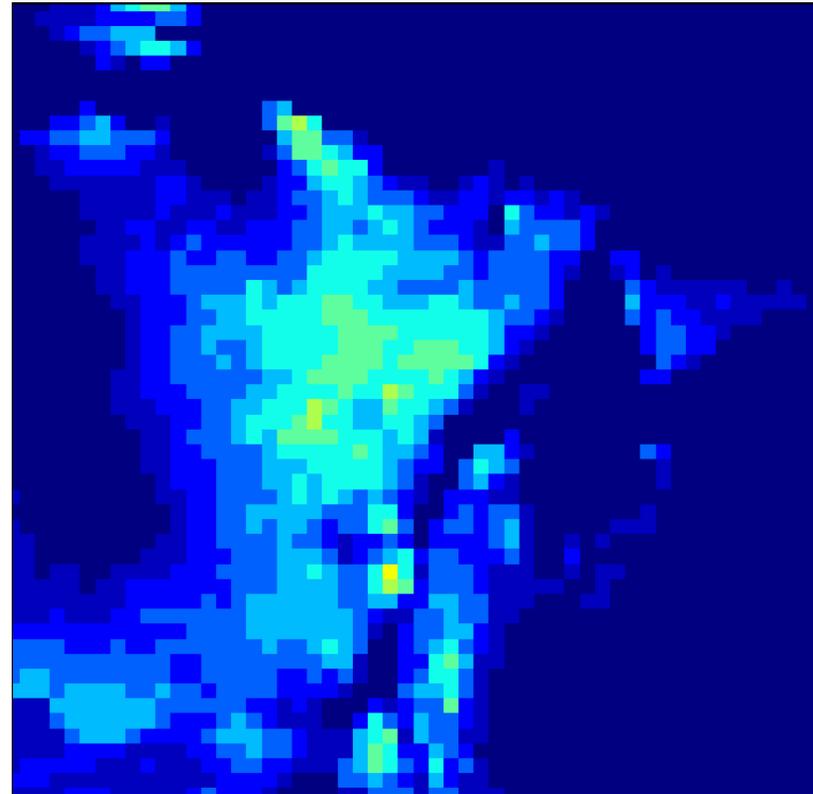


NE de l'Amérique du Nord selon le Modèle Régional du Climat
Présentement utilisé à Ouranos

Résolution spatiale: 45 km



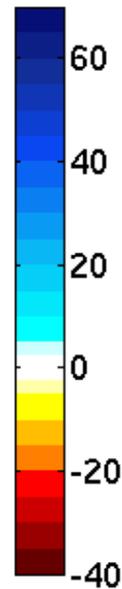
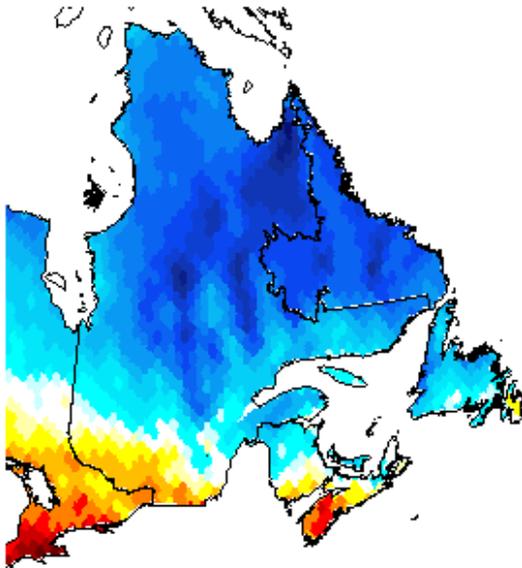
Contour Terre-Mer



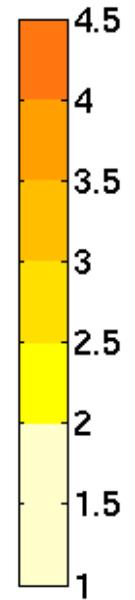
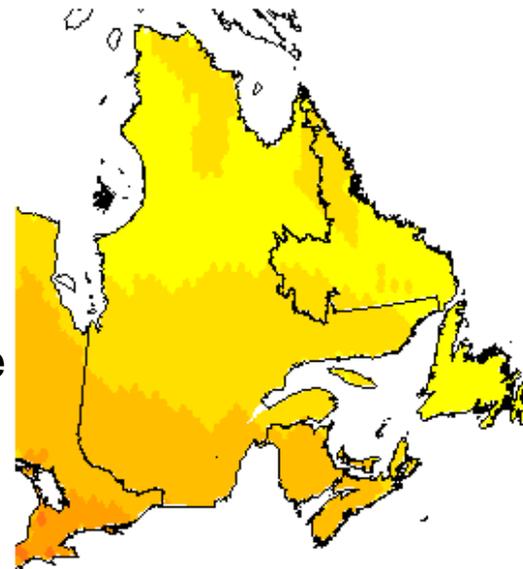
Altitude



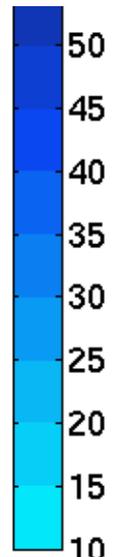
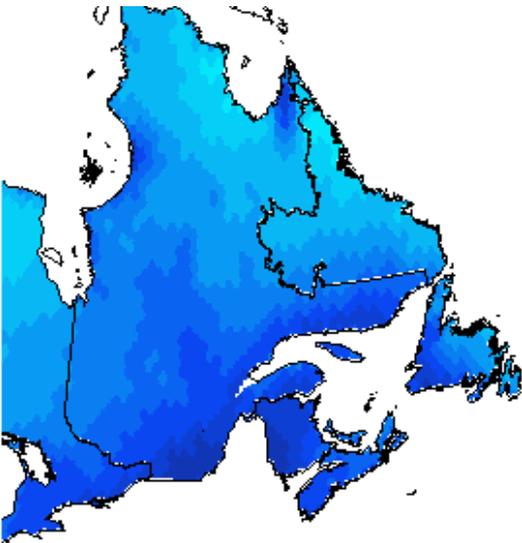
Saison Estivale (JJA)



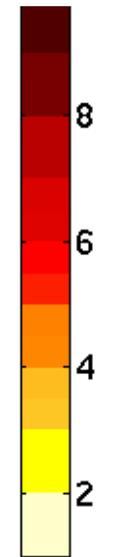
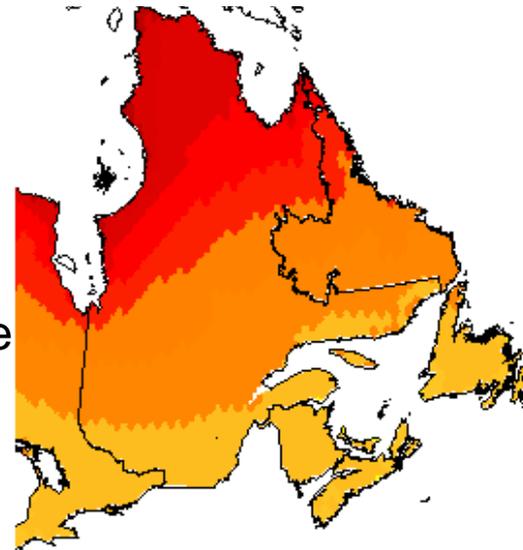
Saison Estivale (JJA)



Saison hivernale (DJF)



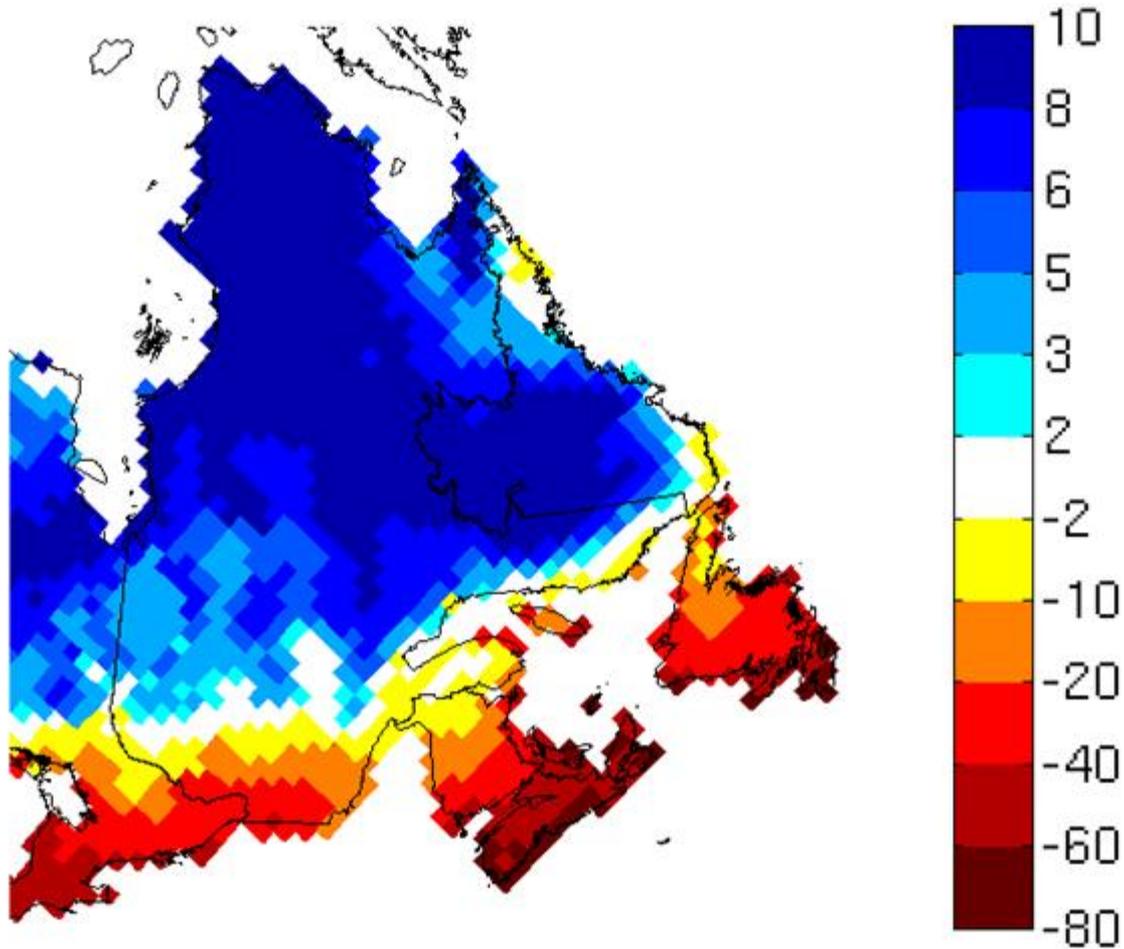
Saison hivernale (DJF)



Changement **précipitation** (mm)

Changement **température** (°C)

Changement moyen (2041-2070 vs 1961-1990) en équivalence en eau en MARS



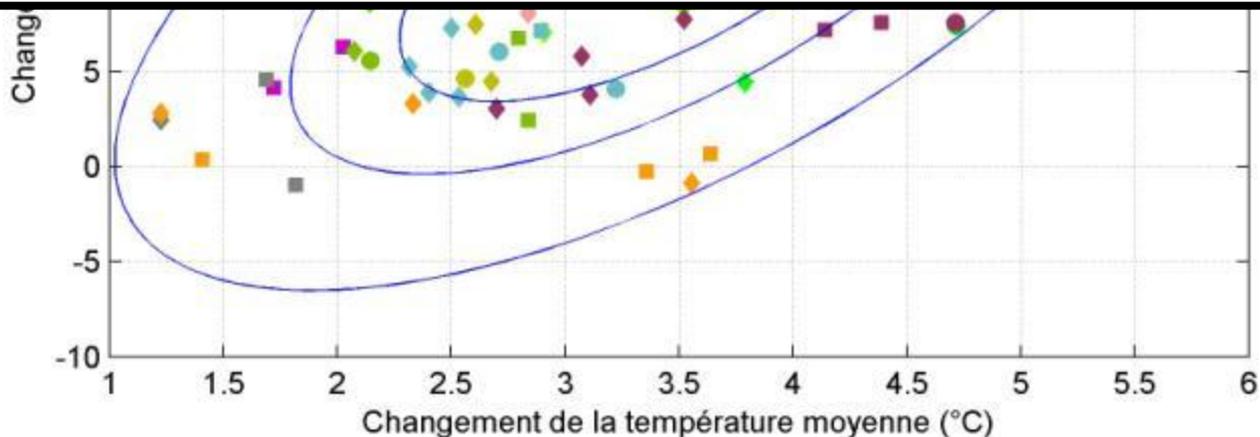
Source : Ouranos climate scenarios group

Changement de température et de précipitation pour le Sud du Québec [2040-2069] comparé à [1961-1990]

Horizon 2050-DJF



Saison		Changement Horizon 2020	Changement Horizon 2050	Changement Horizon 2080
Hiver	Température	1.3 à 2.3 °C	2.5 à 3.8 °C	3.6 à 5.7 °C
	Précipitation	3.7 à 11.1 %	8.6 à 18.1 %	14.5 à 27.6 %
Printemps	Température	1.0 à 1.7 °C	1.9 à 3.0 °C	2.7 à 4.3 °C
	Précipitation	2.0 à 8.6 %	4.4 à 13.1 %	8.9 à 22.2 %
Été	Température	1.1 à 1.7 °C	1.9 à 3.0 °C	2.6 à 4.4 °C
	Précipitation	-1.5 à 4.4 %	-1.8 à 5.4 %	-4.9 à 6.0 %
Automne	Température	1.2 à 1.9 °C	2.0 à 3.1 °C	2.7 à 4.5 °C
	Précipitation	-2.7 à 3.6 %	-0.7 à 7.7 %	0.4 à 12.8 %



- BCCR-BCM2.0 A1B (1)
- BCCR-BCM2.0 A2 (1)
- CGCM3 A1B (5)
- CGCM3 A2 (5)
- CGCM3 B1 (5)
- MROCC-CGCM3 A2 (2)
- CNRM-CM3 A1B (1)
- CNRM-CM3 A2 (1)
- CNRM-CM3 B1 (1)
- CSIRO-Mk3.0 A1B (1)
- CSIRO-Mk3.0 A2 (1)
- CSIRO-Mk3.5 A1B (1)

- INMCM3.0 A2 (1)
- INMCM3.0 B1 (1)
- IPSL-CM4 A1B (1)
- IPSL-CM4 A2 (1)
- IPSL-CM4 B1 (1)
- MIROC3.2 HIRES A1B (1)
- MIROC3.2 MEDRES A1B (3)
- MIROC3.2 MEDRES A2 (3)
- MIROC3.2 MEDRES B1 (3)
- MUB-ECHO-G A1B (3)
- MUB-ECHO-G A2 (3)
- MUB-ECHO-G B1 (3)
- MRI-CGCM2.3.2a A1B (5)
- MRI-CGCM2.3.2a A2 (5)
- MRI-CGCM2.3.2a B1 (5)
- NCAR-CCSM3.0.1 A1B (6)
- NCAR-CCSM3.0.1 A2 (4)
- NCAR-CCSM3.0.1 B1 (7)
- NCAR-PCM1 A1B (3)
- NCAR-PCM1 A2 (2)
- NCAR-PCM1 B1 (2)
- UKMO_ADGEM1 A1B (1)

Quelques CC par saison allant du plus probable au moins connu (→2050)

Printemps

- Arrivé de plus en plus hâtif
- Moins de neige accumulée au sol sur l'extrême sud et l'inverse vers le nord
- Fonte plus hâtive, d'intensité/durée plus variable sauf plus intense au nord
- Augmentation des précipitations

Été

- Température un peu plus élevée
- Plus de jours très chauds/canicules
- Cumul de pluie pas très différents au sud, davantage « orageuse » partout
- Probabilité accrue de sécheresses, surtout sur l'extrême-sud du Québec

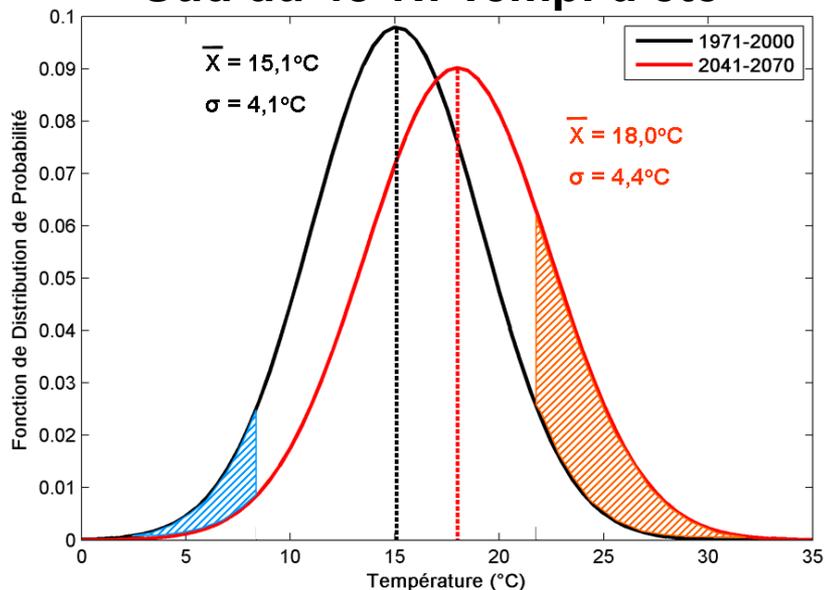
Automne

- Arrivée généralement plus tardive de la saison froide et de l'enneigement
- Allongement de la période des étiages
- Possiblement plus de précipitation
- Possiblement plus d'ouragans majeurs

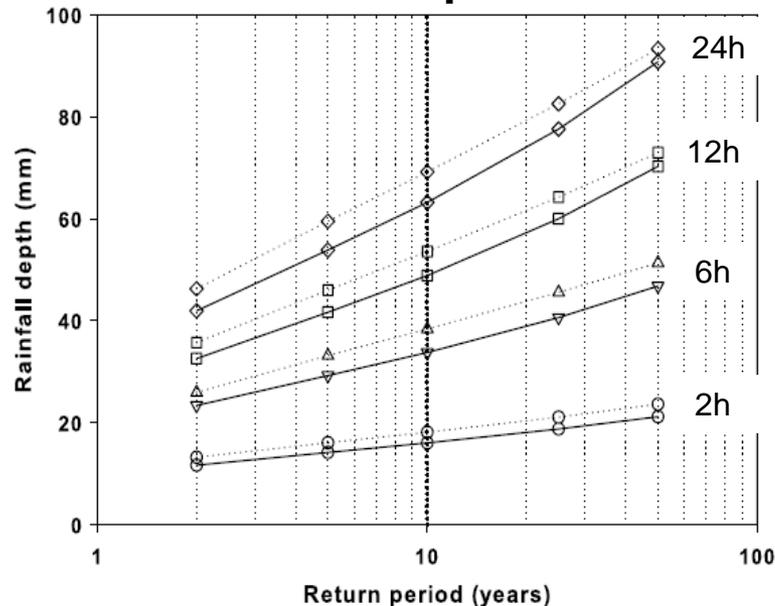
Hiver

- Température nettement plus élevée
- Hausse marquée des précipitations
- Hausse des cycles gel-dégel/redoux
- Cumul de neige moindre/variable sur l'extrême sud et l'inverse au nord
- Possiblement plus de crues hivernales

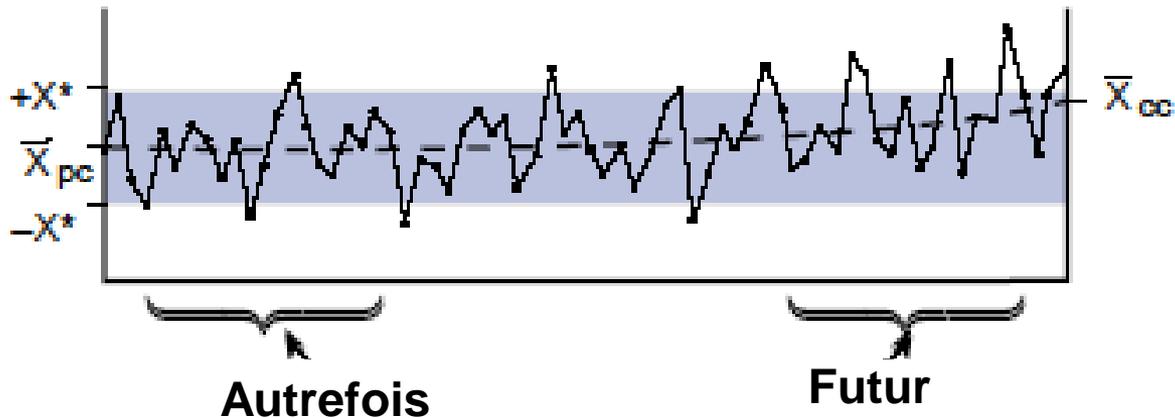
Sud du 48°N: Temp. d'été



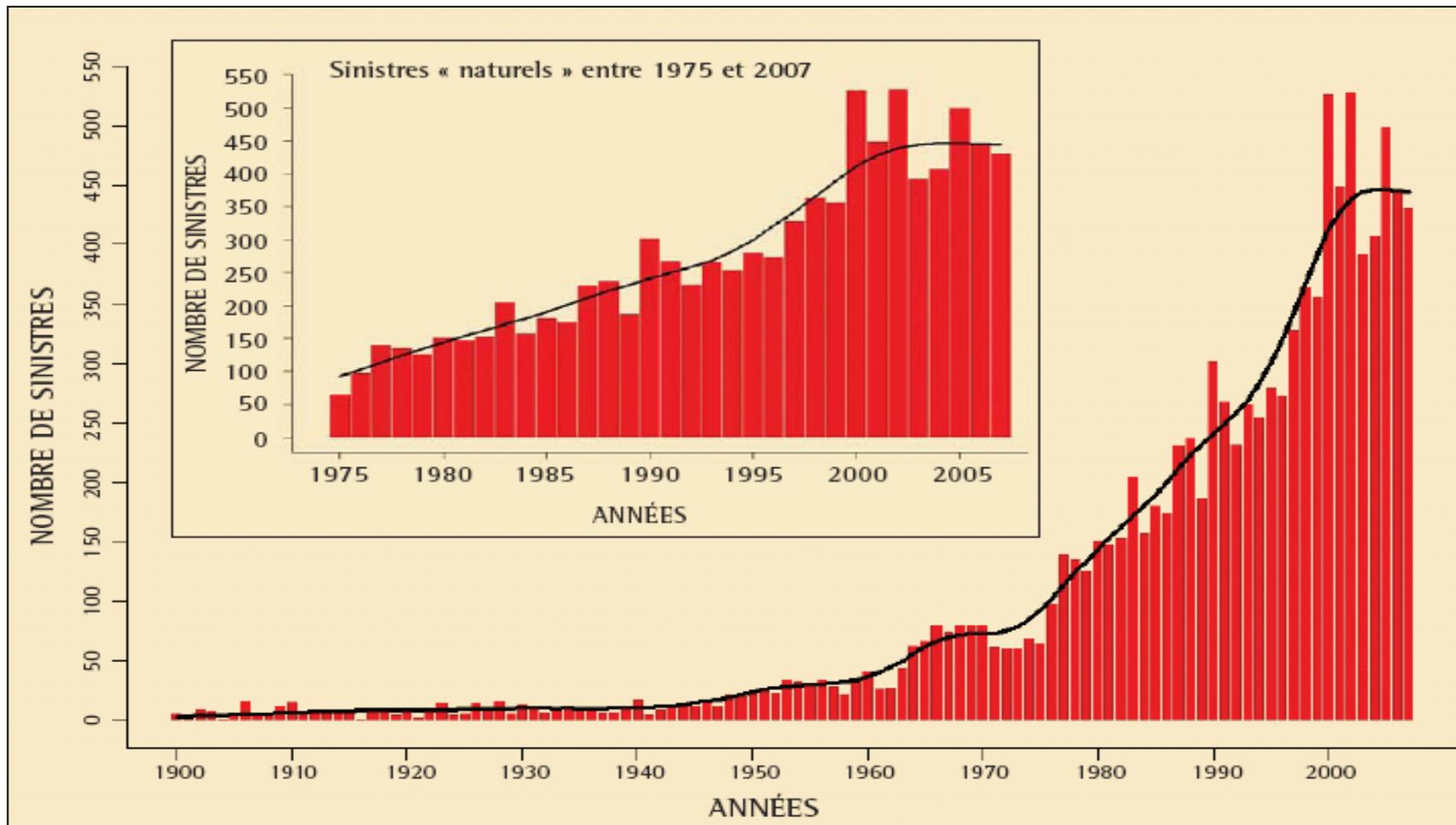
Sud du Qc: Précip. Extrême d'été



Valeurs de l'effet ou attribut climatique



Évolution du nombre de sinistres « naturels » dans le monde entre 1900 et 2007



Source : Emergency Events Database: The OFDA/CRED International Disaster Database – www.em-dat.net – Université catholique de Louvain, Bruxelles, Belgique



Significant Climate Anomalies and Events in 2010

The 2010 average global land and ocean temperature tied with 2005 as the warmest such period in the 131-year historical record. The 2001–2010 decade was the warmest on record for the globe.

Encore de la faute des changements climatiques???



Rupture de barrage



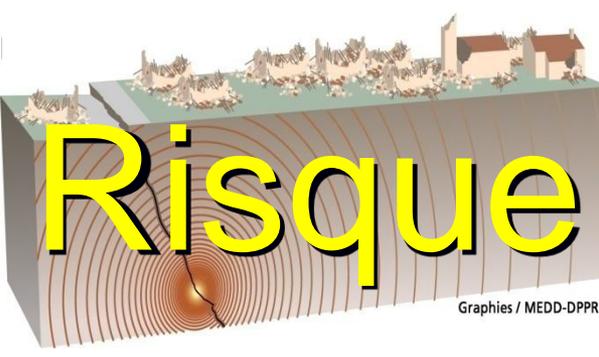
Aléa
Séisme



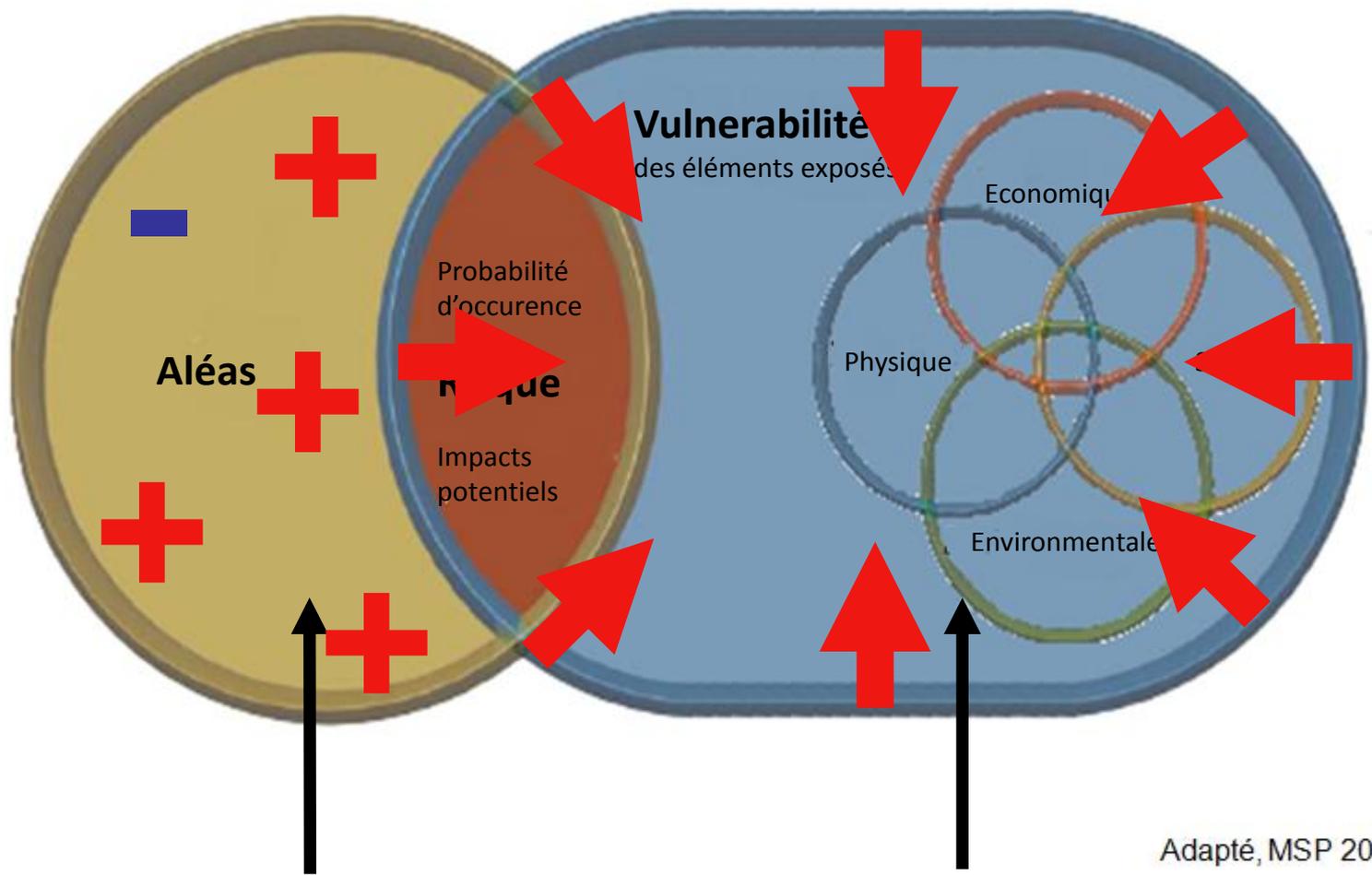
Inondation



Vulnérabilité
Éléments exposés



Risque



Adapté, MSP 2009

CC affectant les événements météo:
 • Intensité, Durée, Fréquence, Étendue
 de conditions extrêmes ou dites
 « anormales » dans un contexte historique

Déterminants:
 • Sensibilité/exposition*
 • Capacité d'adaptation
 *Impacts graduels des CC sur la
 vulnérabilité physique/environnementale

Sondage réalisé dans le cadre du Forum économique mondial de 2010

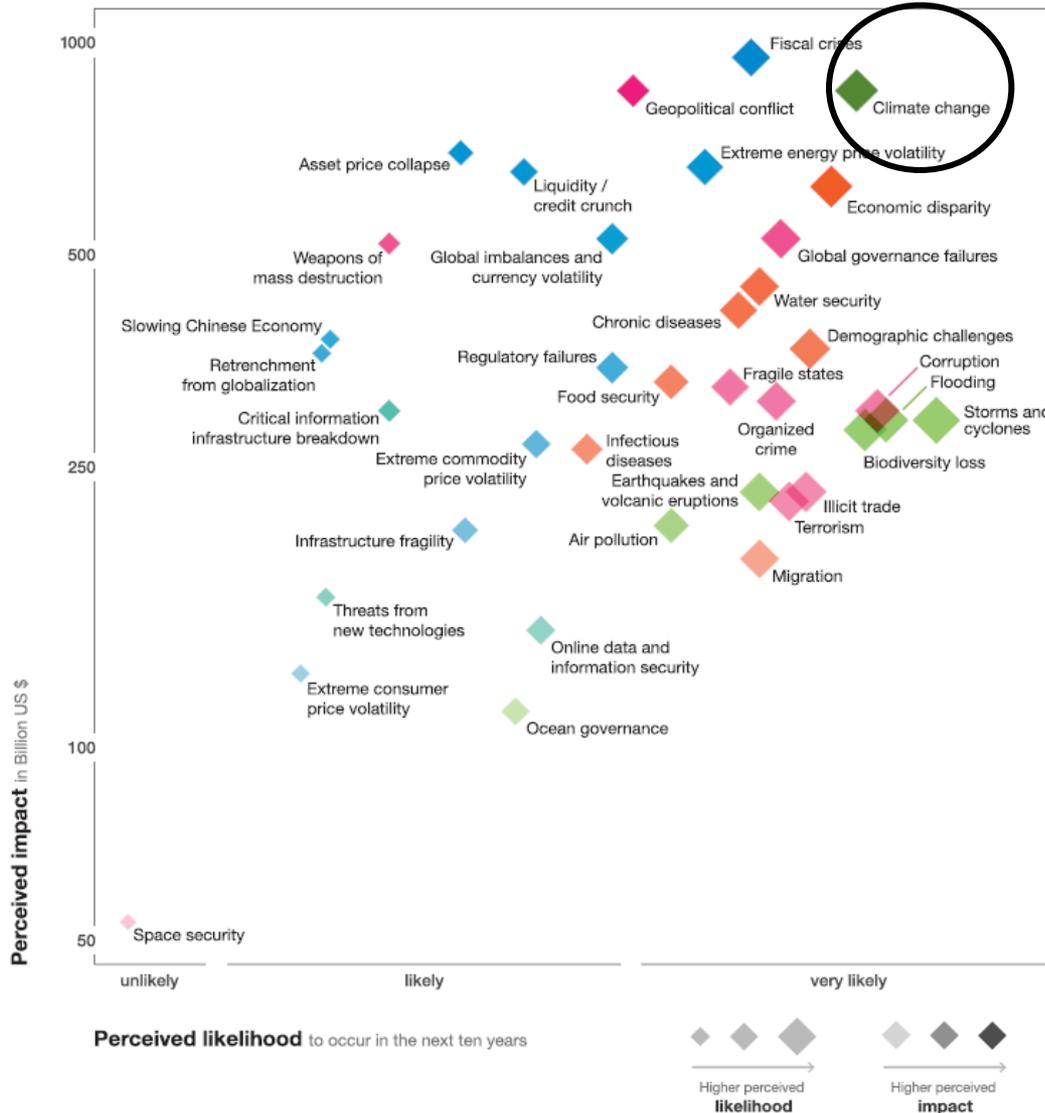


Table 5 Top 10 risks by likelihood and impact combined

Ranking	Likelihood x Impact
1	Climate change
2	Fiscal crises
3	Economic disparity
4	Global governance failures
5	Extreme weather events
6	Extreme energy price volatility
7	Geopolitical conflict
8	Corruption
9	Flooding
10	Water security

Source: World Economic Forum

Source: World Economic Forum, Global Risks 2011, Sixth Edition

UNE APPROCHE COMPLÉMENTAIRE

ENGAGEMENTS INTERNATIONAUX

BESOINS NATIONAUX

DIMINUER
les émissions de gaz
à effets de serre

S'ADAPTER
aux changements



ÉVITER

3 - 4 X CO₂

SE PRÉPARER

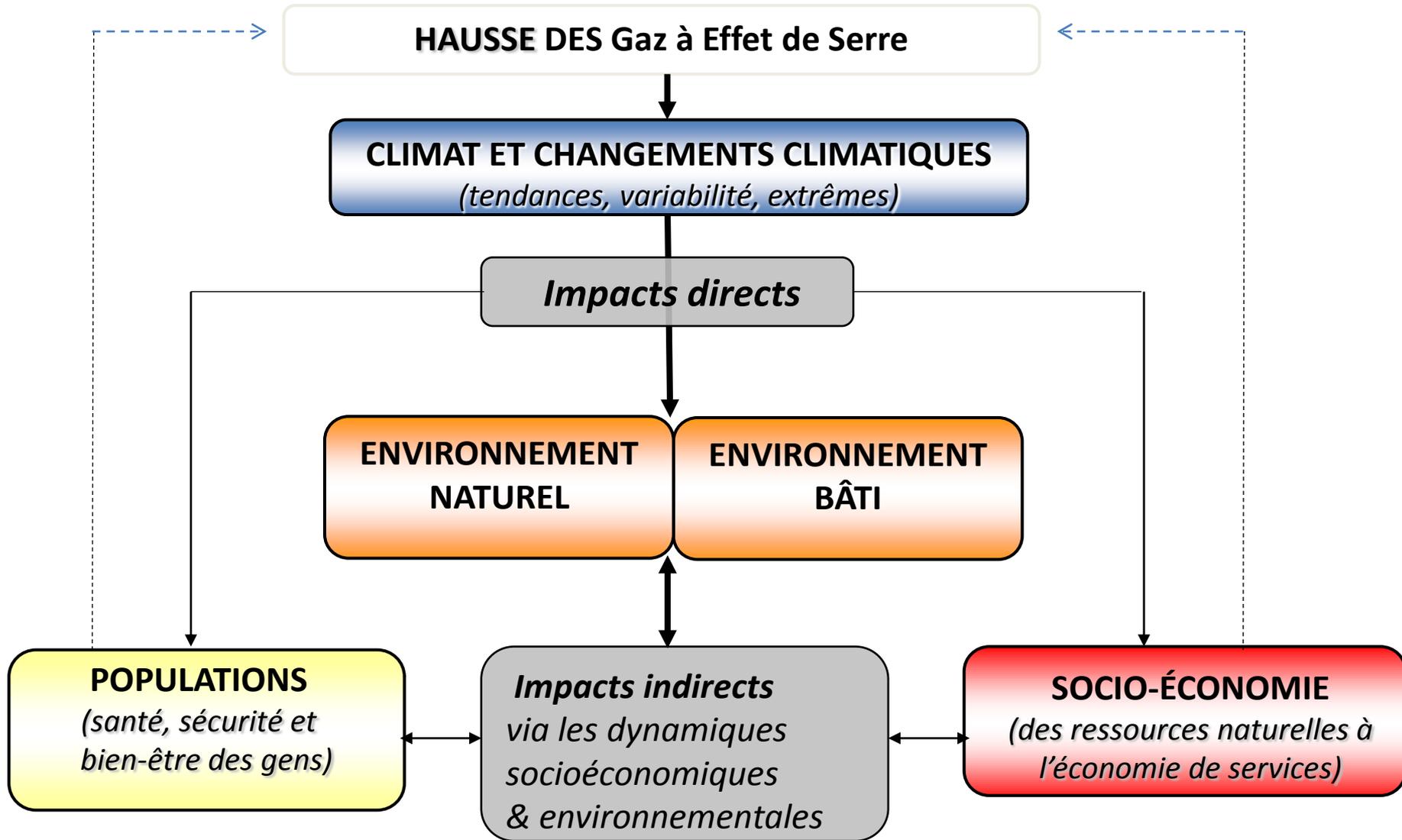
2 X CO₂

Québec (2008):

- Transport = 43,3%
- Industries = 29,9%
- Résid,comm, inst. = 12,5%
- Agriculture = 7,7%
- Déchets = 6,1%
- Électricité = 0,5%

Se préparer aux impacts:

- Environnement naturel
- Environnement bâti
- Sécurité et santé des populations
- Activités socio-économique
 - 30% axé sur les ressources
 - 70% axé sur le tertiaire





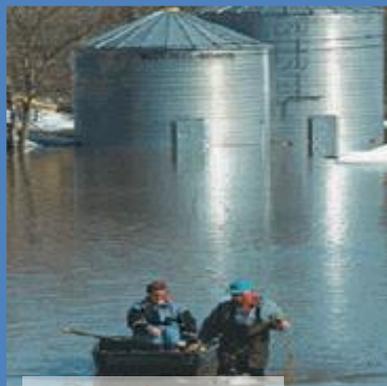
Feux de forêts



Inondations



Stabilité des sols



Inondations



Glace et embâcle



Érosion et glissement



Orages violents



Tempêtes et surcotes



Faune



Mode de vie



édifices



Faune



Forêt



Productivité et capacité



Faune



Route de glace



Tourisme et loisirs



insectes



navigation

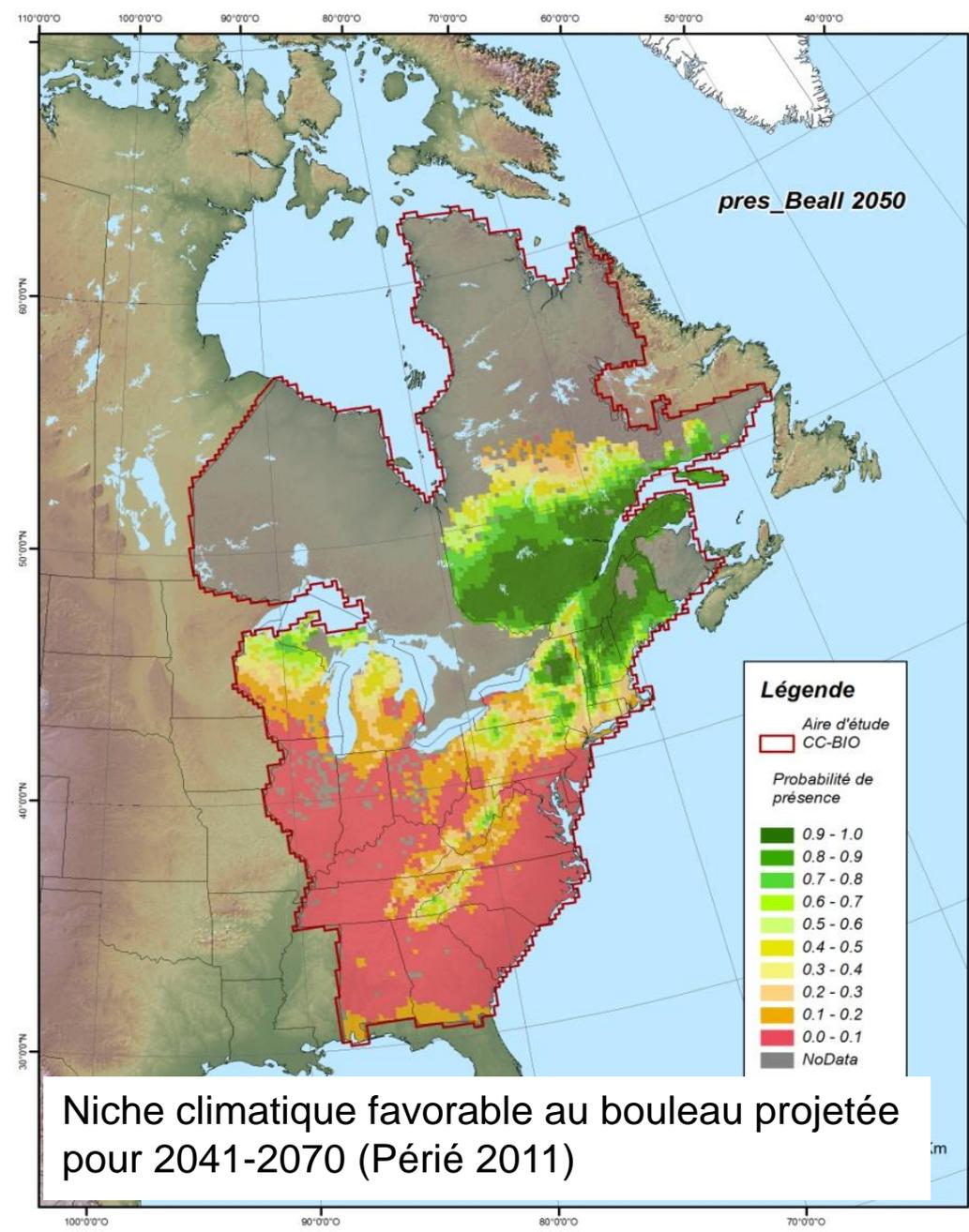


Agriculture



Ville de Rosemère

Eau potable



Niche climatique favorable au bouleau projetée pour 2041-2070 (Périé 2011)



1988



2008

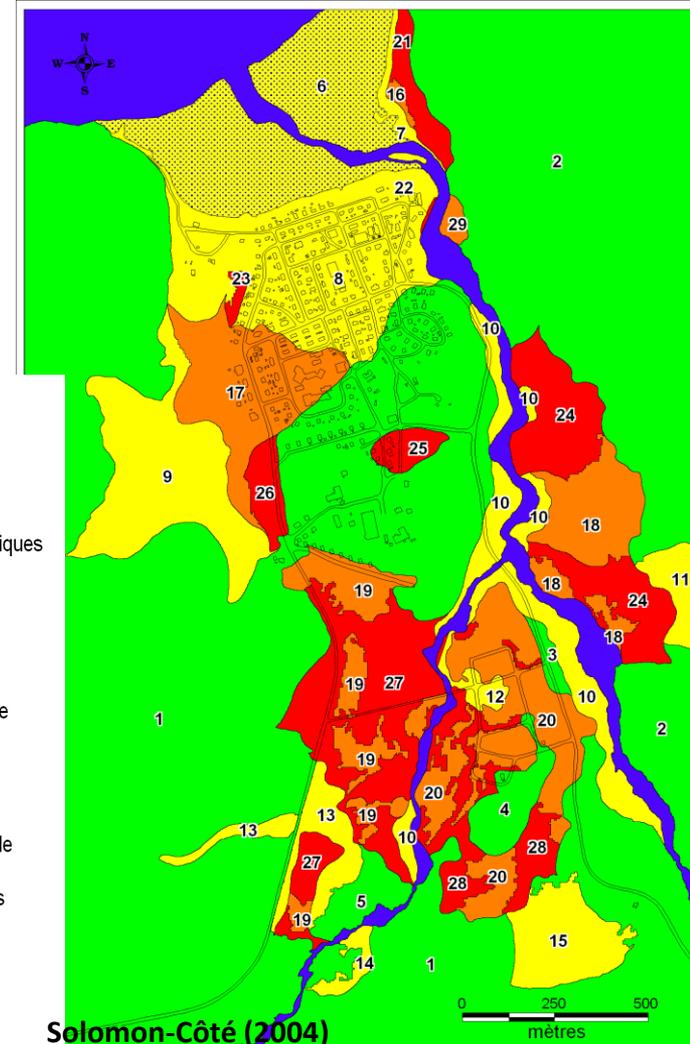


**Expansion des
arbustes en 20 ans
à Kangiqsualujjuaq**

- Plus importants changements climatiques en valeur absolue
- La fonte du pergélisol pose des risques accrus pour les communautés côtières isolées et les infrastructures essentielles
- Accès aux ressources et mode de vie étroitement liés à l'environnement naturel
- Impacts sur les écosystèmes



Communautés



Légende

-  Réseau hydrographique
-  Terrain aménageable selon les normes et pratiques en vigueur au Nunavik
-  Estran
-  Terrain aménageable selon la méthode passive
-  Terrain aménageable selon la méthode active
-  Terrain non-aménageable ou requérant des investissements majeurs
-  Routes
-  Bâtiments



Piste d'aéroport



Faune



Pont de glace



Résidence



Pergélisol



Migration de la limite d'arbres



• 4 facteurs climatiques en changement:
Glaces, tempêtes, gel-dégel, niveau de mer



Exposition accrue et perception des risques



Ocean Drive, FL, 1926.



Ocean Drive, FL, 2000.

En Floride, le nombre d'habitants a augmenté de 70% entre 1980 et 2001 et le PNB de cet état a augmenté de 130%



Ref: Institute for
Catastrophic
Loss Reduction



protection

retraite

zonage

Reconstruire plus loin

Contrôler le développement



Making space for water

Taking forward a new Government strategy for flood and coastal erosion risk management in England

First Government response to the autumn 2004 Making space for water consultation exercise

March 2005



Angleterre: stratégie pour la gestion des zones côtières: plusieurs objectifs dont décourager le développement dans des zones à risque d'érosion et expropriation systématique au delà d'un seuil prédéterminé

Japon: côte Est bétonnée



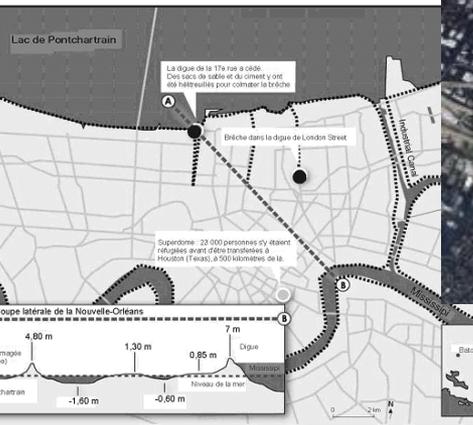
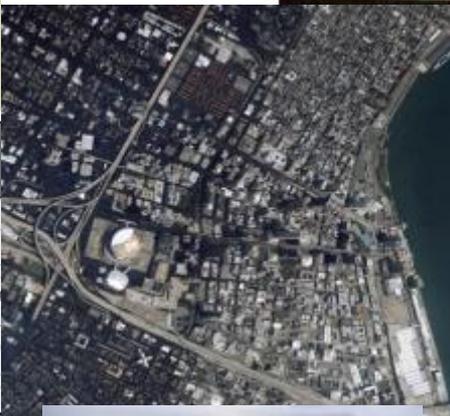
The land is protected by revetment and tetrapods.



Digues en Hollande



Bangladesh: aucune protection



Nouvelle-Orléans:
bcp de moyens...inefficaces!

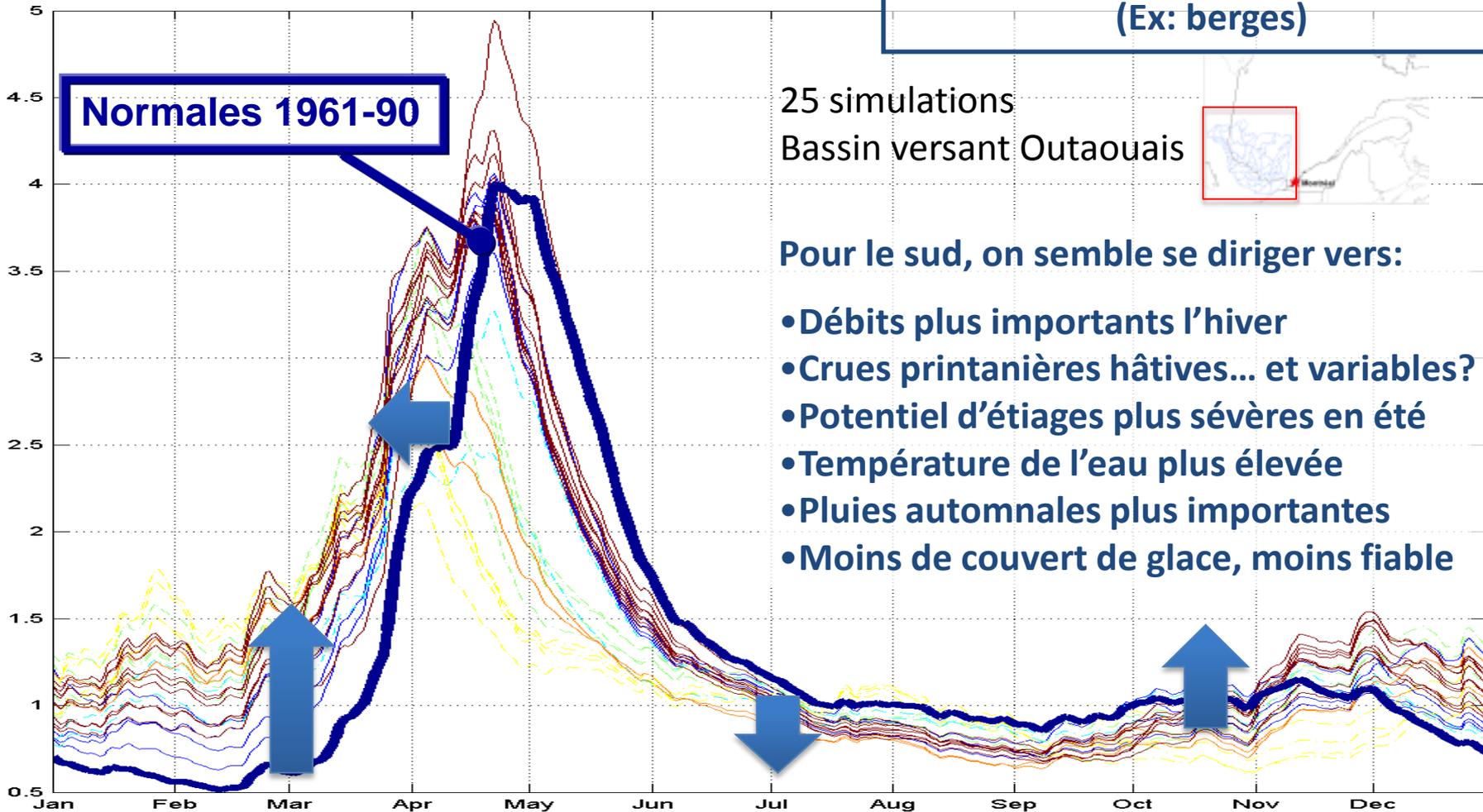
HADCM3 A2a (1%)
 CGCM2 A2 (-5%)
 CSIRO B1 (2%)
 CCSRNIES A1 (-10%)
 CGCM3r A1B_1 (10%)
 CGCM3r A2_2 (12%)
 CGCM3r B1_3 (13%)

Outaouais : Apport annuel moyen horizon 2050

HADCM3 A2b (12%)
 CGCM2 B2 (-1%)
 CSIRO B2 (6%)
 CCSRNIES A2 (-10%)
 CGCM3r A1B_2 (9%)
 CGCM3r A2_3 (17%)

Transformations parfois subtiles et graduelles, parfois soudaines et extrêmes des bassin-versants
 (Ex: berges)

Débit moyen sur 30 ans



Normales 1961-90

25 simulations
 Bassin versant Outaouais

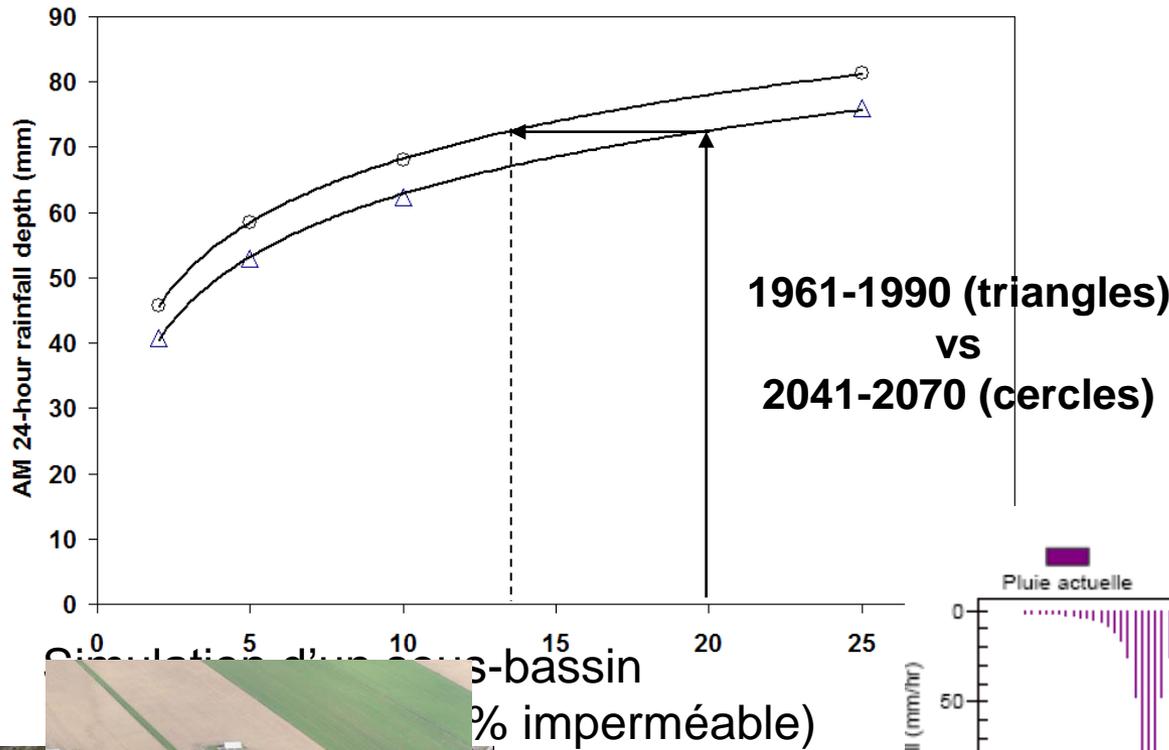


Pour le sud, on semble se diriger vers:

- Débits plus importants l'hiver
- Crues printanières hâtives... et variables?
- Potentiel d'étiages plus sévères en été
- Température de l'eau plus élevée
- Pluies automnales plus importantes
- Moins de couvert de glace, moins fiable

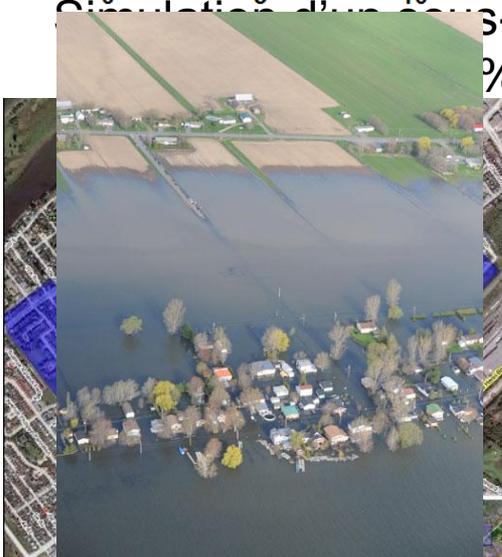
Mois de l'année

Intensité maximale en climat estival futur (utilisant le MRCC sur le Sud Québec)



Exemples d'impacts:

- Inondations
- Débordement des réseaux d'égouts
- Érosion et sédiments
- Fréquence des rejets et qualité de l'eau

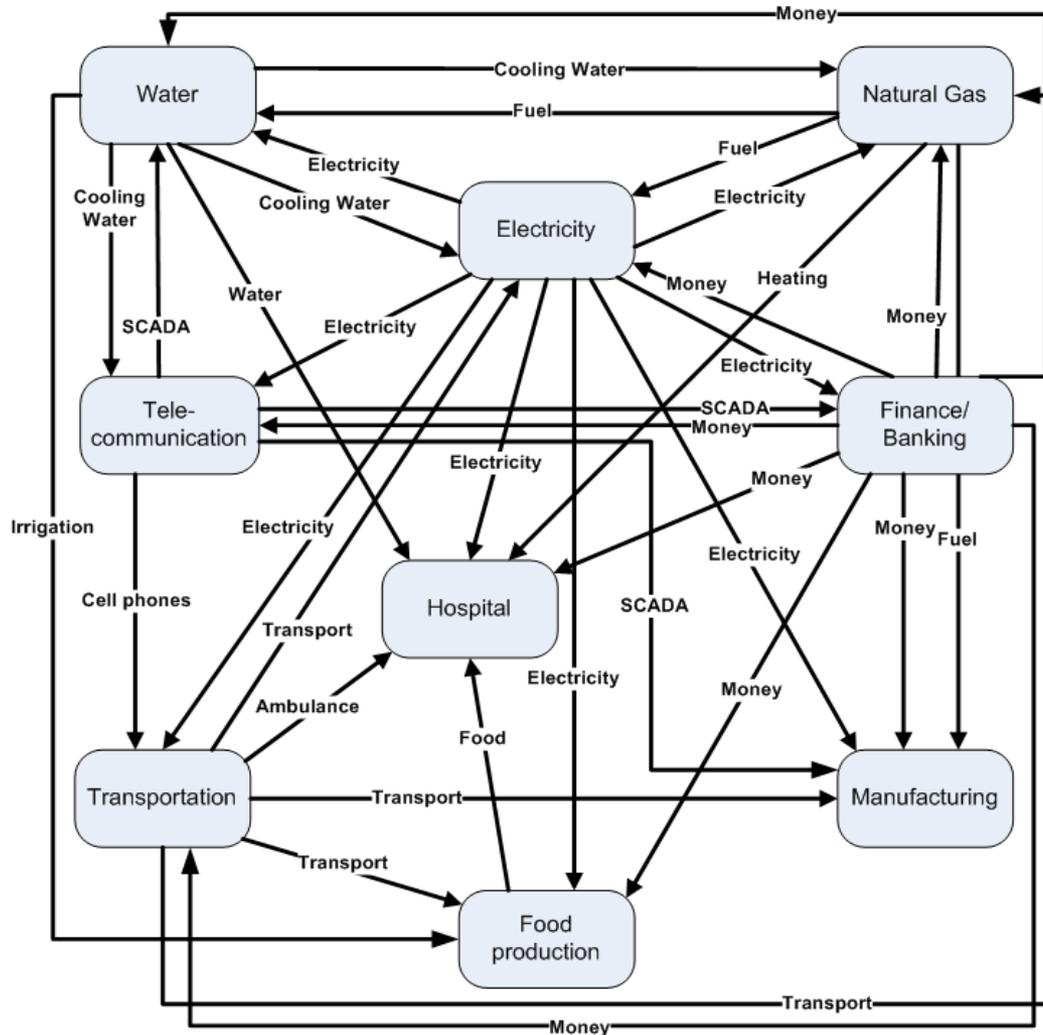


Source: Mailhot et al.

Sat 1
Nov 2008

Date/Time

00:10:29



Source: OCDE, Adapté de Chai et al. (2008)

CYCLE DE VIE DE L'INFRASTRUCTURE (5 à 100 ans?)

Avant
construction

DÉCISION

PLANIFICATION

Pendant
construction

CONCEPTION

CONSTRUCTION

Après
construction

ENTRETIEN

RÉHABILITATION

VULNÉRABILITÉS ACCRUES MÊME SANS CC?

Ex: - Aménagements inadéquats

- Vieillesse des infrastructures

PLUSIEURS FAÇONS D'IMPLANTER OU DE FACILITER L'ADAPTATION:

SENSIBILISATION

OUTILS D'AIDE À LA
DÉCISION

POLITIQUES

TECHNOLOGIE

NORMES ET
RÈGLEMENTS

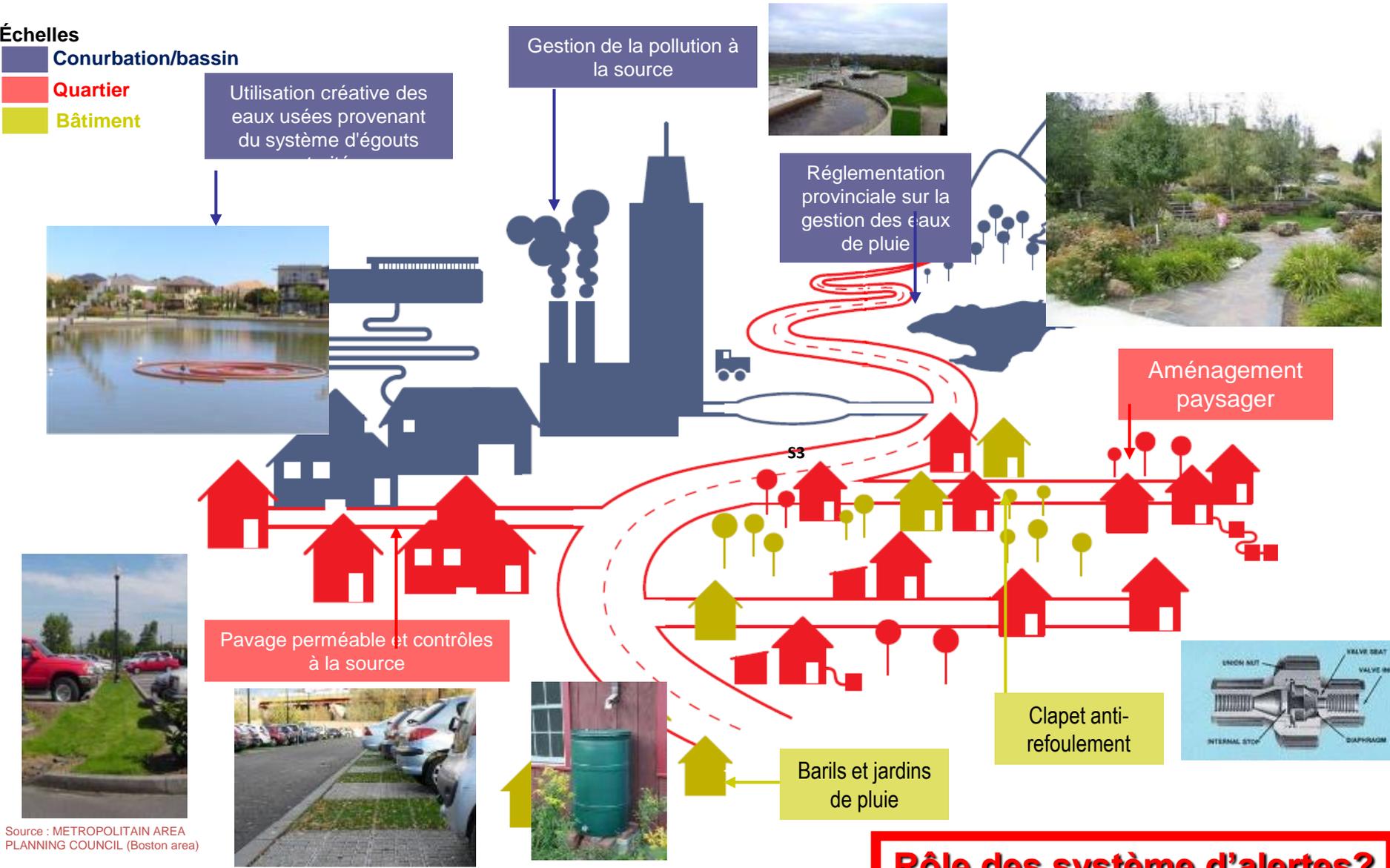
EXPERTISE, SUIVI,
DONNÉES

IMPLIQUENT PLUSIEURS
INDIVIDUS, COMMUNAUTÉS,
INDUSTRIES,
GOUVERNEMENTS, ETC.
(i.e. tous les acteurs d'un système)

ENJEUX PROBABLES DE
RÉDUCTION DES GES À
CHACUNE DES ÉTAPES
*(i.e. solutions d'adaptation
développées avec une vision
de réduction des GES)*

Échelles

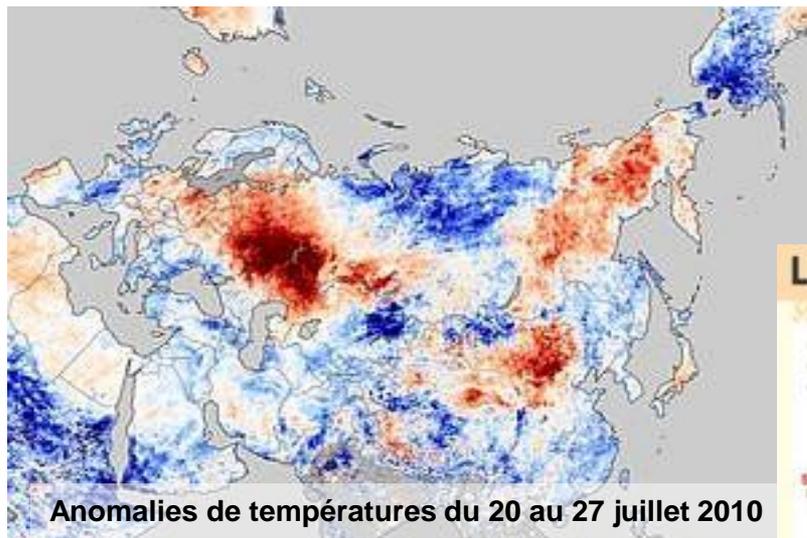
- Conurbation/bassin
- Quartier
- Bâtiment



Source : METROPOLITAIN AREA PLANNING COUNCIL (Boston area)

Rôle des système d'alertes?

Canicule en Russie - 2010



Vulnérabilités

- Démographie
- Conditions de santé
- Socio-économiques
- Tissus urbain
- Type de logements
- Plan d'urgence
- Météo, Smog...

Le prix du blé s'envole de nouveau



Fumée sur Moscou





Qualité de l'air



Îlots thermiques urbain



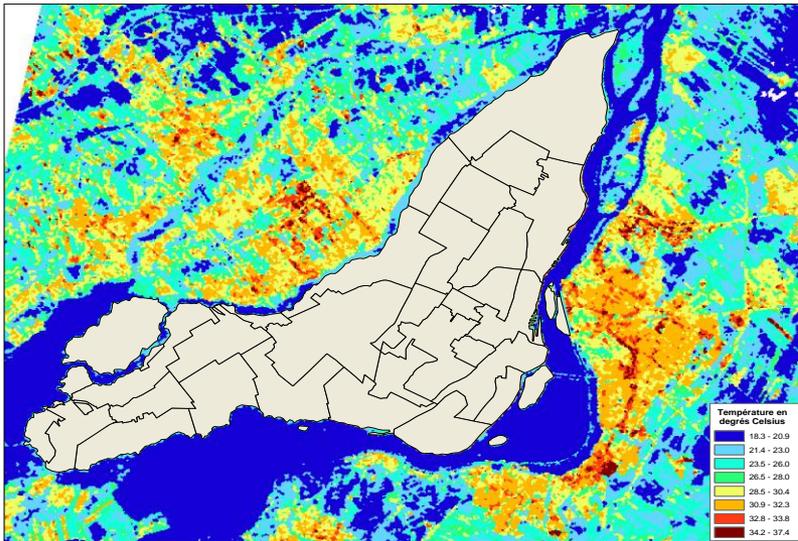
Changements climatiques



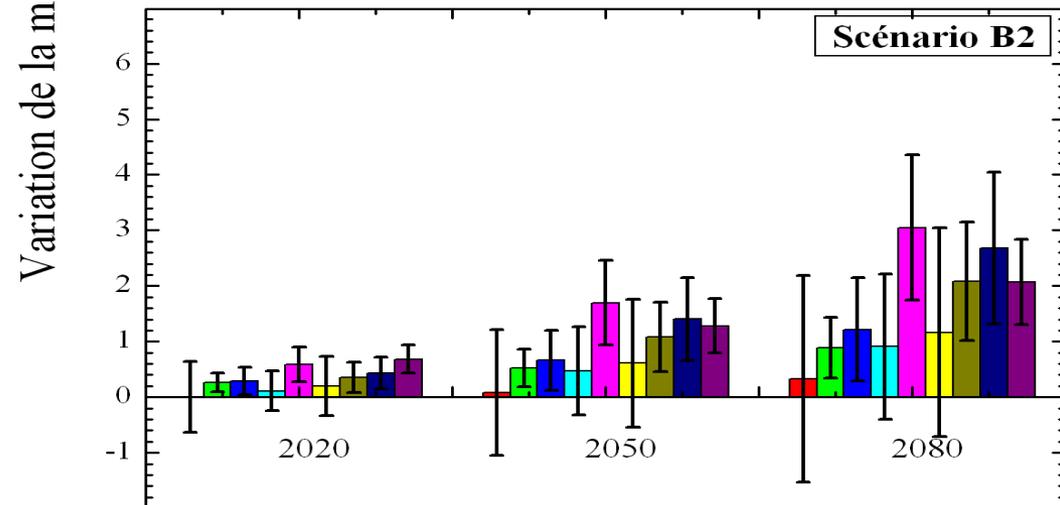
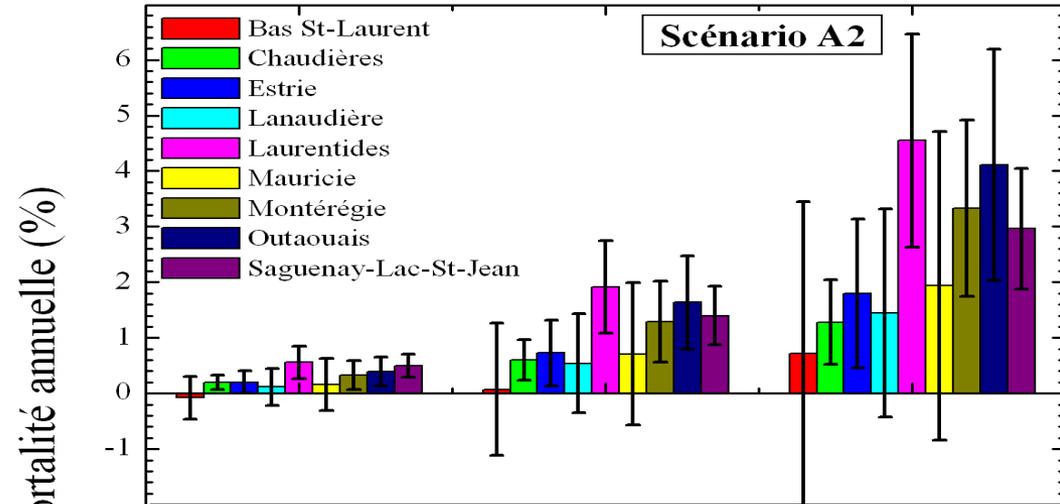
Couche d'ozone



Zoonose



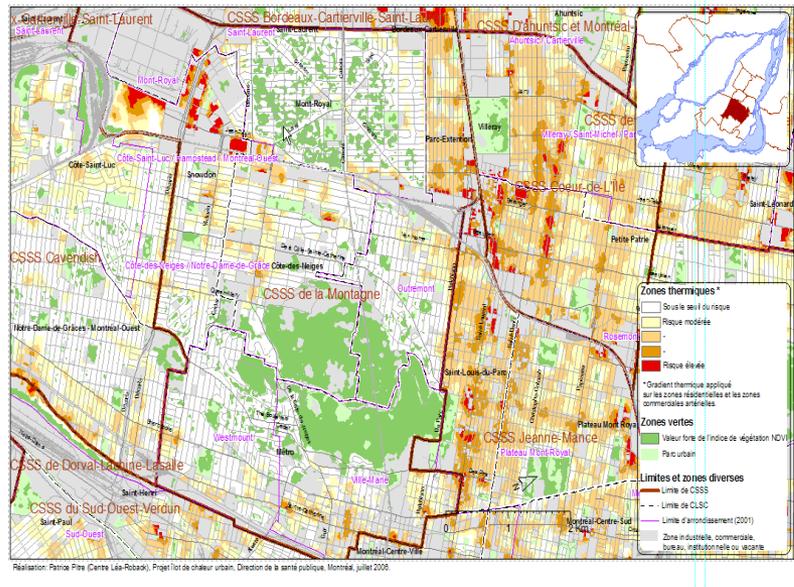
Scénarios de mortalité future



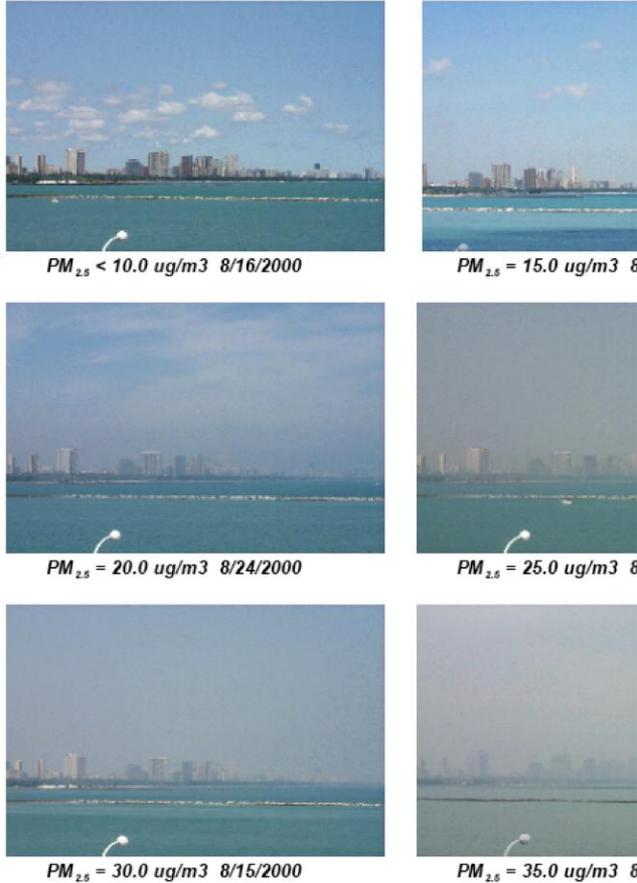
Périodes futures

Doyon et al. (2006)

Zone thermique à risque et indice de végétation (NDVI), 27 juin 2005 à 10h30.

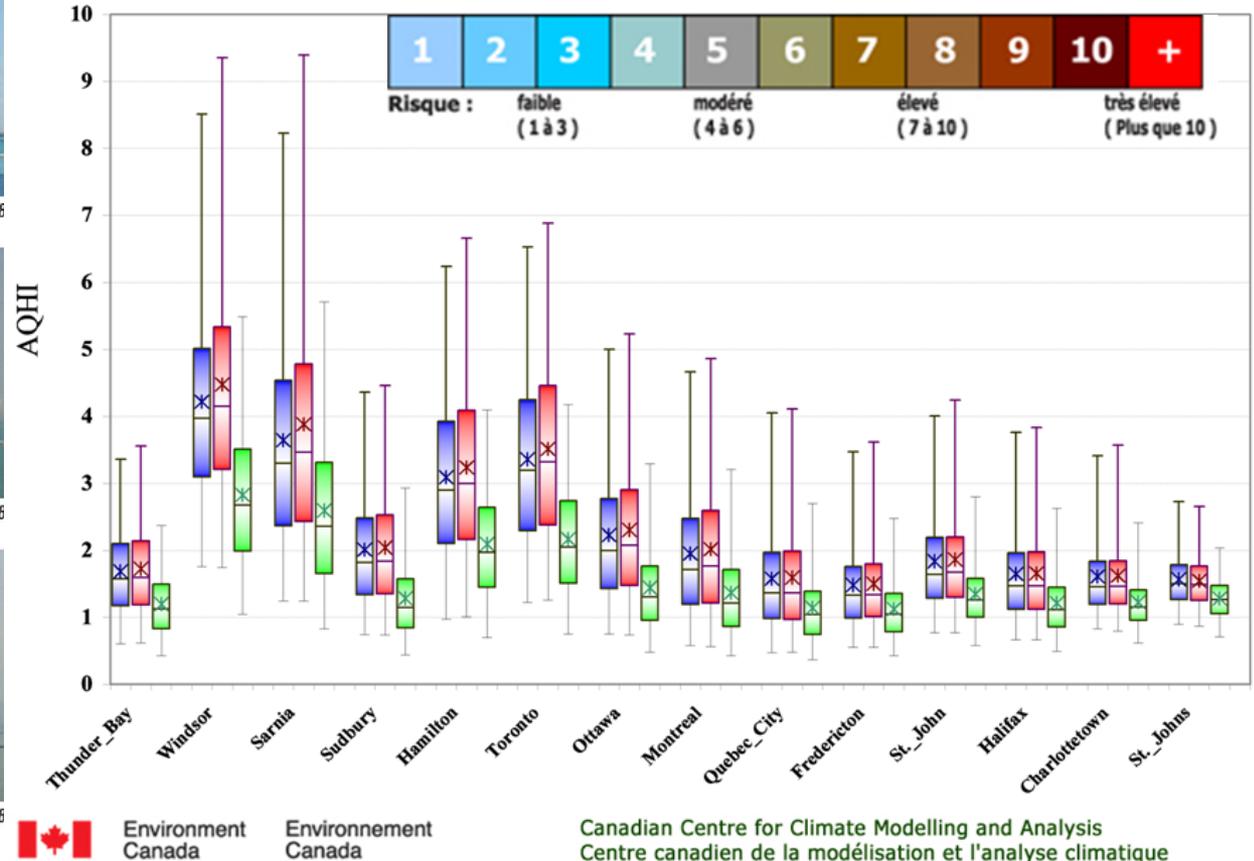


Particules en suspension



Cote air santé

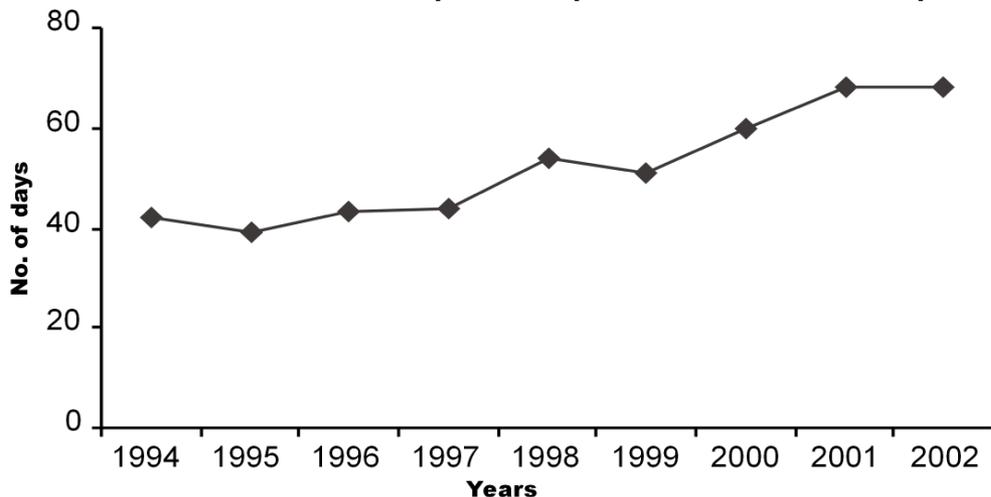
bleu – présent; rouge – changement climatique; vert – CC et émissions



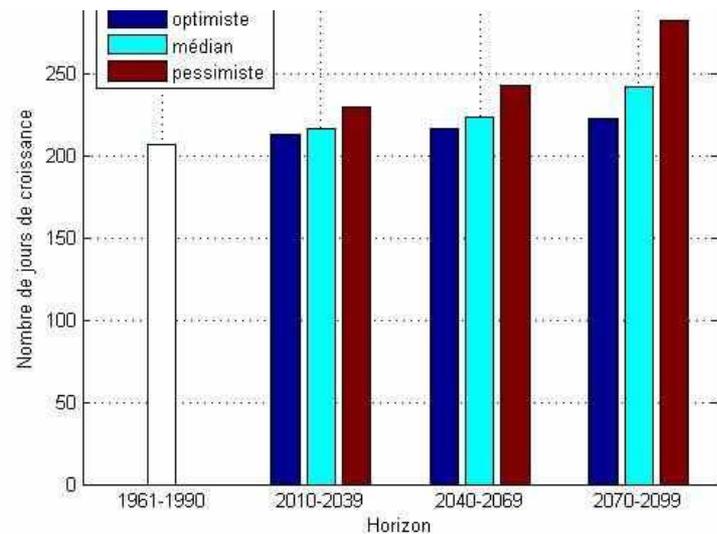
Impacts économiques et coûts/avantage de l'adaptation à Montréal estimé (TRNEE 2011)

(Plummer et al., 2012)

Tendances saison pollinique de l'herbe à poux

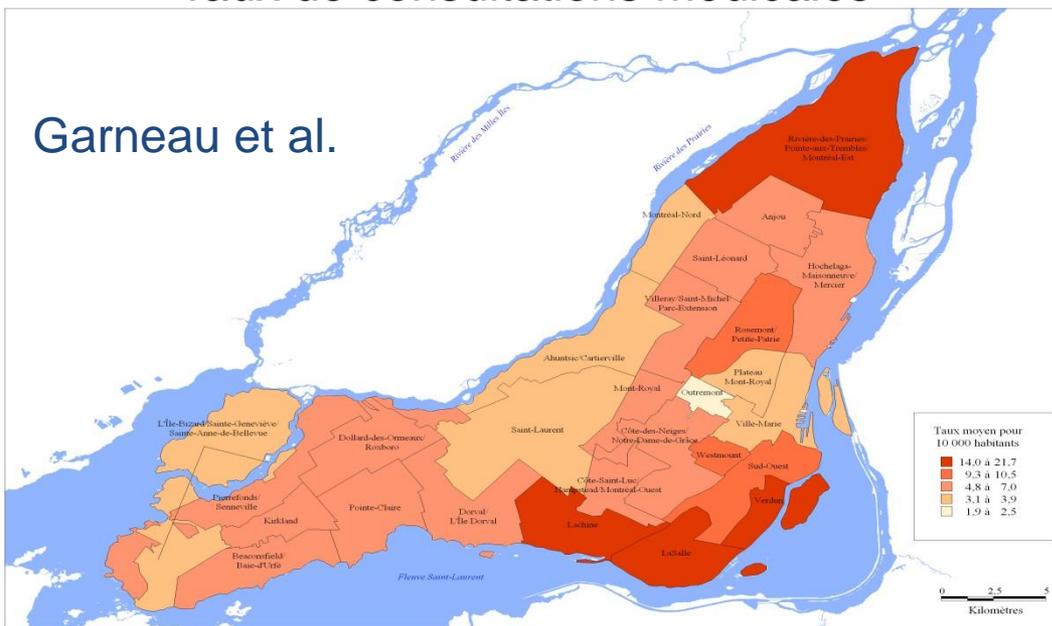


Évolution de la saison de croissance



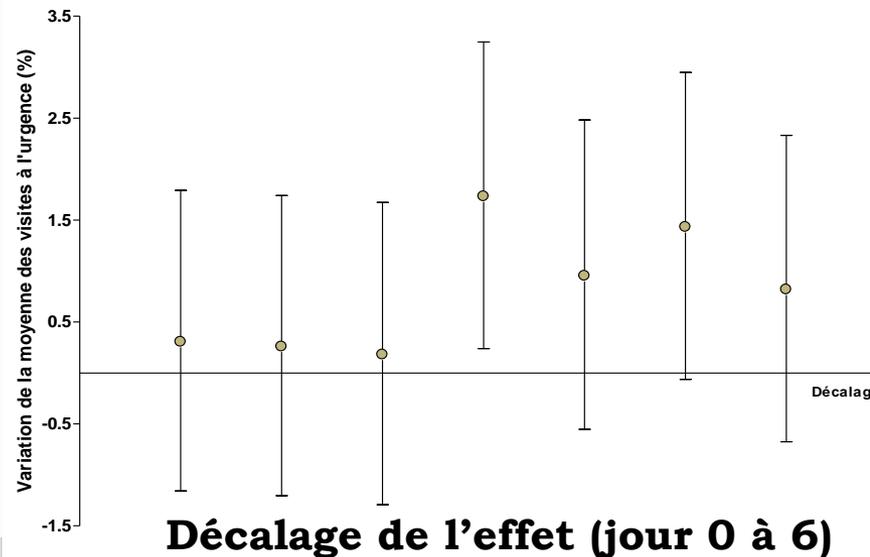
Taux de consultations médicales

Garneau et al.



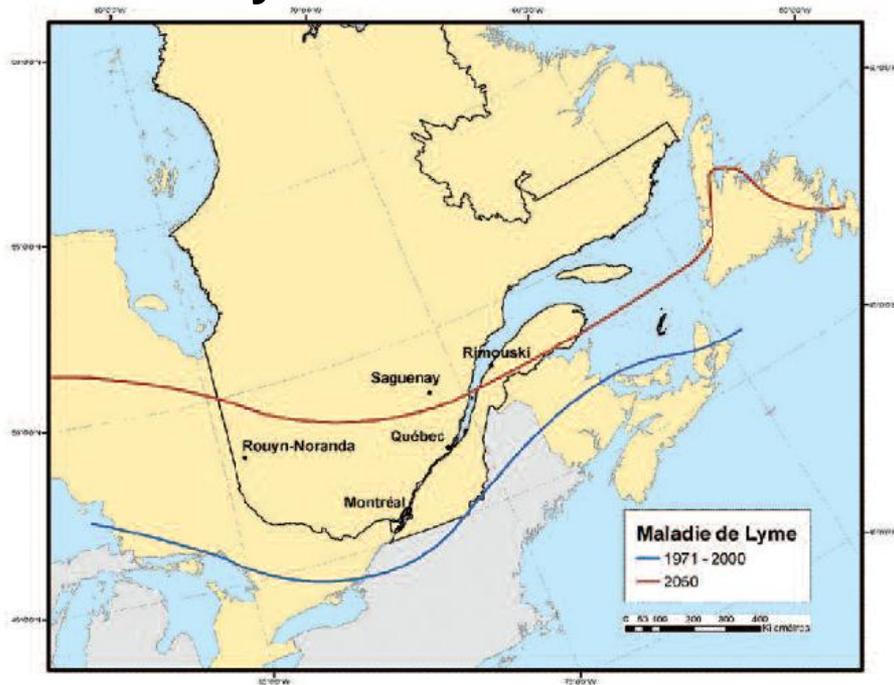
Visites à l'urgence pour asthme

Ajusté pour température max, pression max, O3 max et NO2 max.



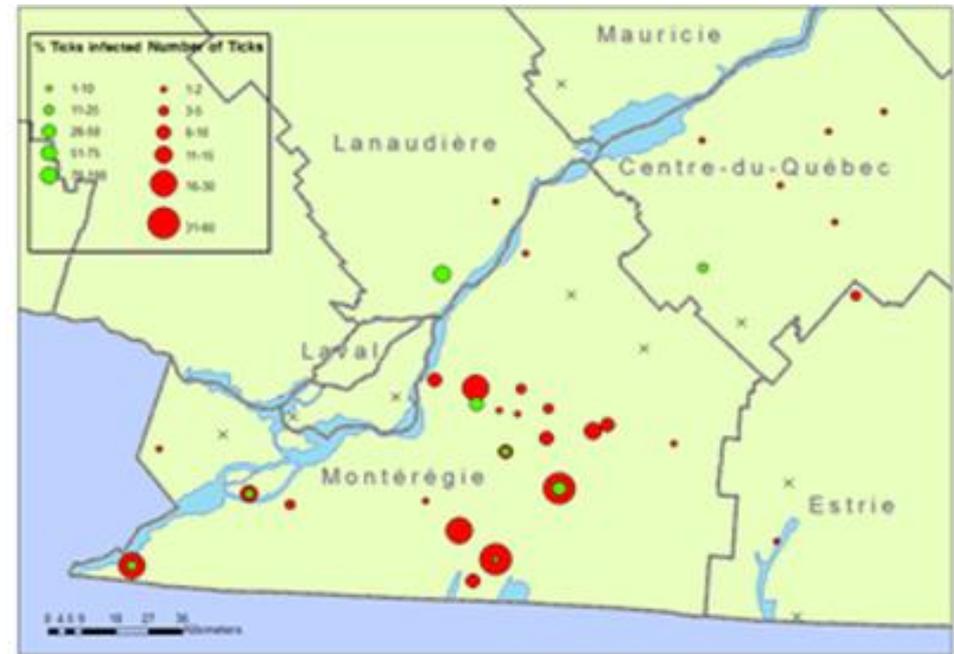
Décalage de l'effet (jour 0 à 6)

Simulation de l'évolution de la présence de la maladie de Lyme vers 2050



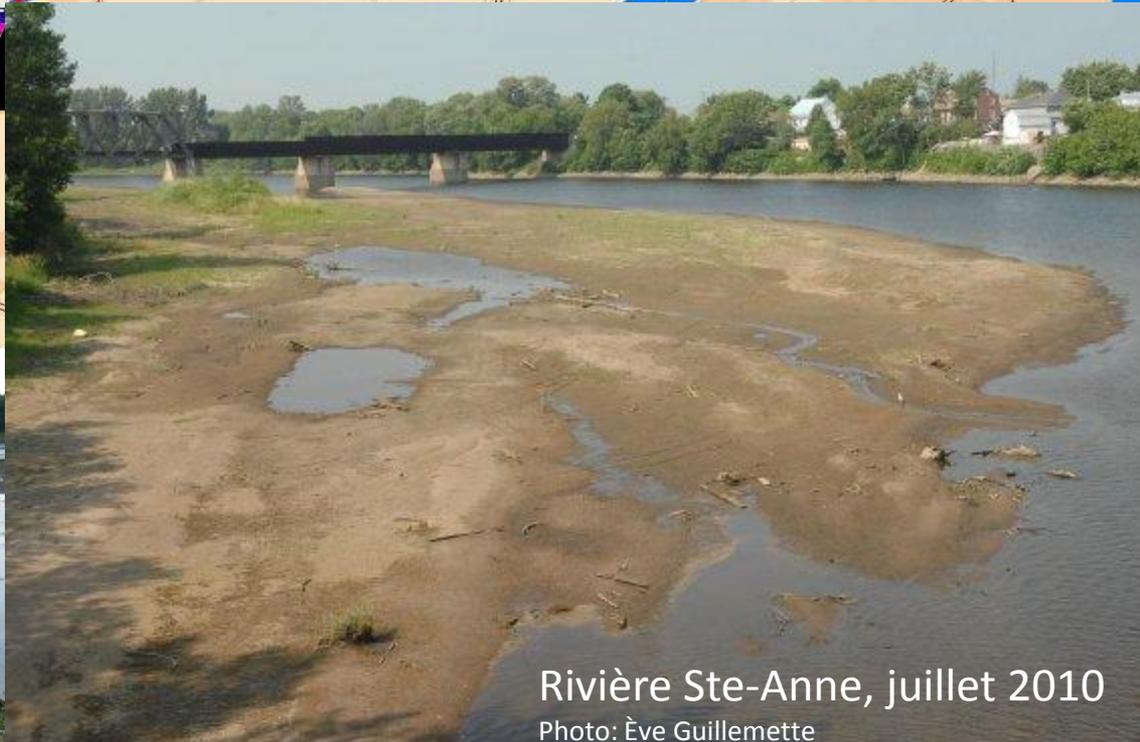
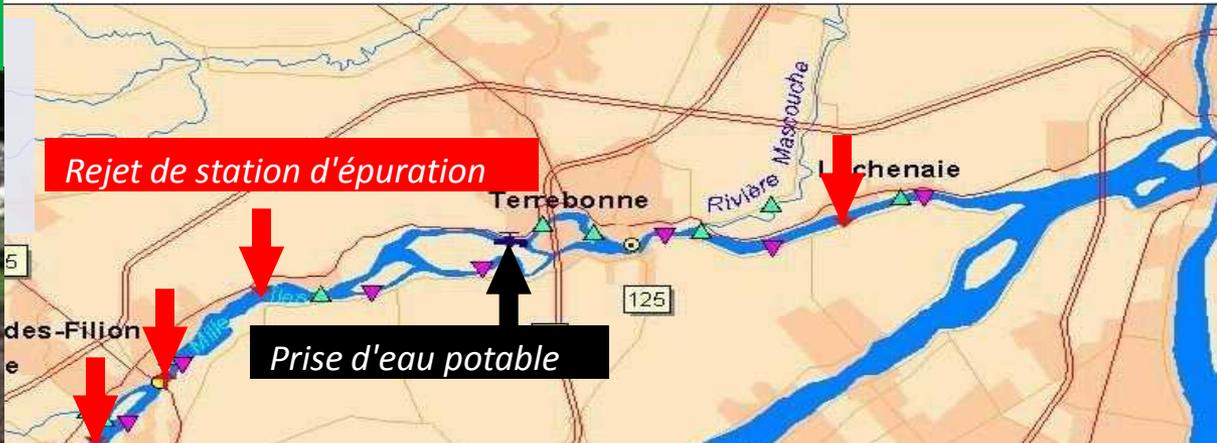
Source : Ogden et coll., 2006.

Présence de tiques et taux d'infection pour le printemps 2011 aux sites d'étude



Émilie Roy-Dufresne, 2011

Cyanobactéries



Opportunités

Information

Capital social

Richesse
économique

Connaissances

et
aptitudes

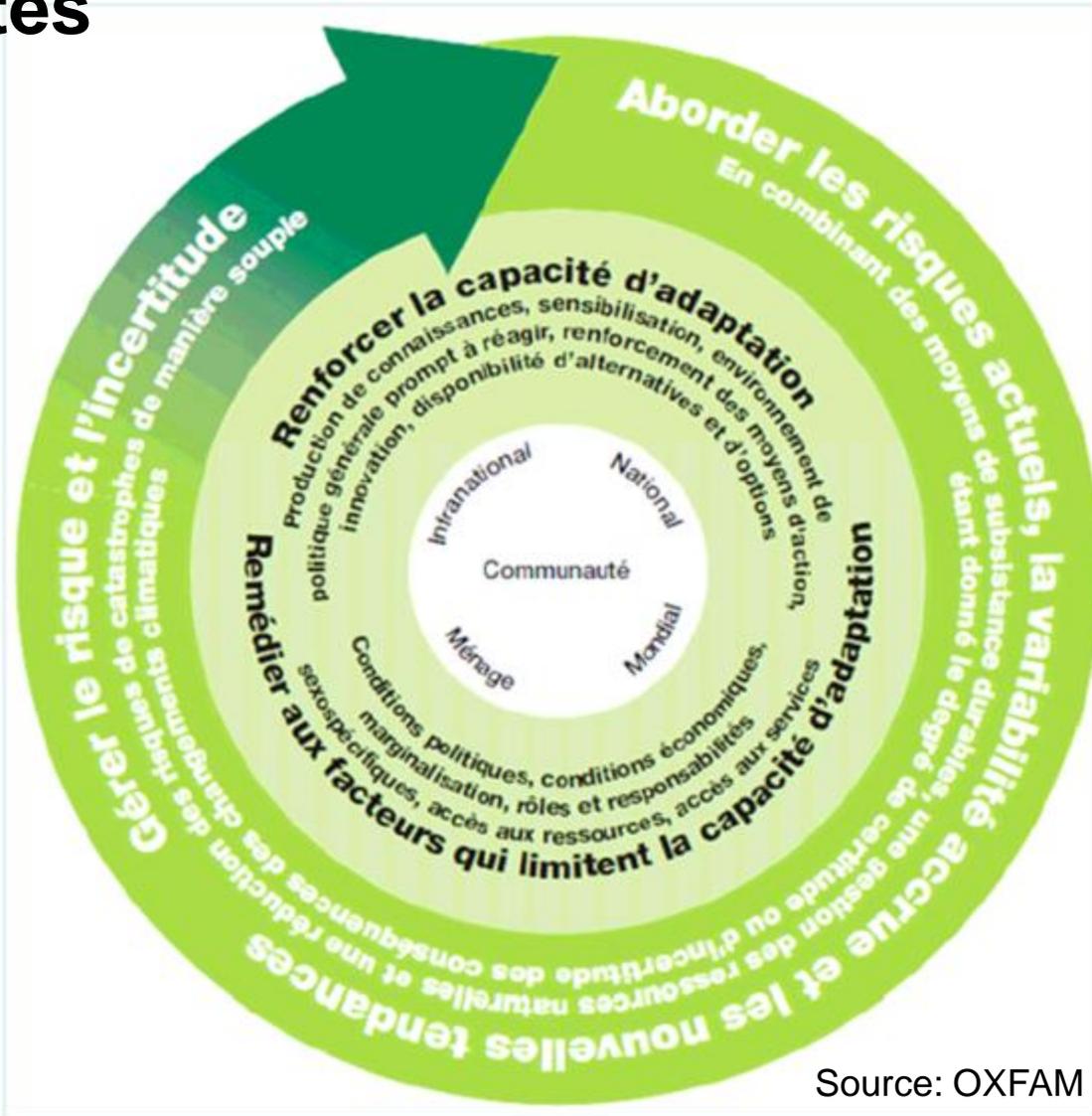
Infrastructures

Technologies

Institutions

CAPACITÉ
D'ADAPTATION

Opportunités



Source: OXFAM

Mon climat, ma santé

POUR MIEUX S'ADAPTER AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES



Accueil

Mon Climat

Ma Santé

Ma Région

M'adapter

Blogue

A

A

A

Au quotidien

Chaleur

Qualité de l'air

Maladies vectorielles et zoonoses

Événements extrêmes

Maladies hydriques

Pratiques innovantes

M'ADAPTER

Globalement, les effets sanitaires des changements climatiques peuvent être atténués grâce à des mesures préventives, à l'amélioration des connaissances et à l'instauration de systèmes d'alerte et de surveillance. Plus spécifiquement, sur le plan individuel et sur le plan collectif, il est possible de mieux s'adapter aux changements climatiques en adoptant des comportements ou des stratégies qui permettront de réduire la vulnérabilité, ou de freiner l'émission de gaz à effet de serre.

Cette section vise à identifier les mesures d'adaptation aux impacts des changements climatiques. Le plus connu de ces changements est, bien sûr, l'augmentation de la fréquence des vagues de chaleur, mais plusieurs autres événements présentent un **risque** pour les individus ou les populations rencontrant des conditions de **vulnérabilité**.



**Une des retombées de la mesure 21
du Plan d'action sur les CC (Québec)**

Dans cette section

La section M'adapter vous permet d'identifier les mesures d'adaptation aux changements climatiques :



public expert

VERS L'ESPACE GRAND PUBLIC



Suivez-nous sur Twitter



Retrouvez-nous sur Facebook



Abonnez-vous à notre bulletin



Découvrez notre blogue



Abonnez-vous au blogue



Poser une question

Actualités

Le Monde

[Quel consensus scientifique sur le réchauffement climatique? 2012-04-23](#)

La Presse

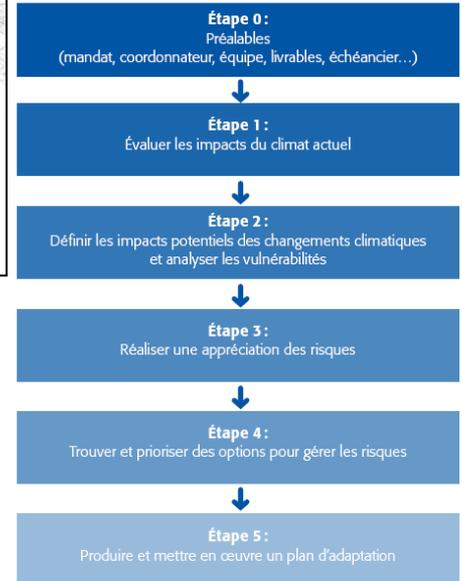
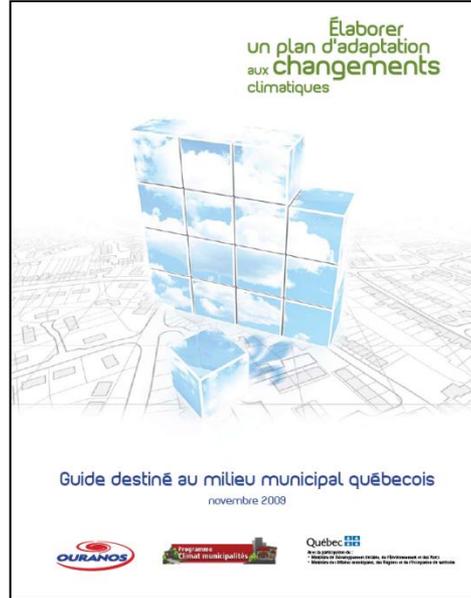


Aider les municipalités à développer un plan d'adaptation

www.ouranos.ca

Un plan en cinq étapes

Judicieux de revisiter ses façons de faire dans le contexte des CC



Disponible sur:

www.ouranos.ca

www.mamrot.gouv.qc.ca

www.mddep.gouv.qc.ca

RÉGION NORD

Changements climatiques nettement perceptibles.
Communautés très sensibilisées.
Exemples concrets d'adaptation en lien avec
fonte du pergélisol (avec généralisation en cours).
Nombreux questionnements pour l'environnement naturel.

RÉGION RESSOURCES NATURELLES

Communautés peu sensibilisées.
Adaptation limitée à l'échelle des communautés
mais avancée au niveau des secteurs en bonne
santé financière (hydro, mines).
Beaucoup de travail afin de réduire la vulnérabilité
de communautés souvent très dépendantes

RÉGION SUD URBAIN

Communautés assez sensibilisées,
mais une emphase essentiellement GES.
Plusieurs initiatives d'adaptation dans les 10
villes qui regroupent 80% de la population
ainsi qu'une certaine effervescence chez les
firmes de génie-conseil et de consultants!

RÉGIONS CÔTIÈRES

Impacts des changements climatiques déjà très
visibles, parfois critiques (érosion).
Communautés assez sensibilisées.
Adaptation réactive suite à divers événements,
quelques communautés «pro-actives».
Beaucoup de travail en adaptation planifiée
ainsi qu'au niveau politico-économique

RÉGION SUD RURAL

Communautés vaguement sensibilisées,
mais peu enclin à changer les façons de
faire (Ex: inondations du Richelieu 2011).
Adaptation limitée à l'échelle des
communautés mais croissantes dans
quelques secteurs socio-économiques tels
Tourisme/Loisirs, Agriculture, Gestion d'eau.

- 1) Le climat change aux niveaux planétaires, nationales et régionales.
- 2) Les moyennes, la variabilité et les extrêmes sont/seront affectés.
- 3) Les impacts commencent à se faire sentir à différentes échelles.
- 4) La réduction des GES vise à limiter l'ampleur des changements.
- 5) L'adaptation permet de mieux gérer les changements inévitables.
- 6) Comme pour les perceptions, le changement démographique et l'économie, il faut savoir à quoi s'adapter, sans toutefois s'y prendre trop tard.
- 7) Il y a une croissance significative des risques pour la sécurité des populations et la santé humaine: la prévention et la gestion des risques sera cruciaux.
- 8) L'adaptation peut être un levier additionnel pour faire la promotion de pratiques plus durables.

Une attention particulière à l'occupation du territoire et à la juste intégration des risques naturels

